Biol.
K

Das Süßwasser

Chemische, biologische und bakteriologische Untersuchungsmethoden

unter besonderer Berücksichtigung der Biologie und der fischereiwirtschaftlichen Praxis

von

Karl Knauthe

Mit 194 Abbildungen im Texte

183769
7.9.23

Neudamm 1907
Verlag von J. Neumann

Germany

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung VII

Vorwort 1

I. Kapitel. Das Wasser.

Vorbemerkungen 19

Stoffkreislauf im Wasser 38

Die Selbstreinigung des Wassers 68

Der Dorfteich 83

Krustazeenzuchtverfahren 99

Bialka 100

Dichte und Volumen des Wassers bei 0 bis 30 ⁰ 104

Korrektion für Ablesung an Büretten 105

Chemische Bestimmungsmethoden.

Vorprüfung auf Reaktion 106

Prüfung auf Ammoniak 108

„ „ Schwefelwasserstoff 111

„ „ Methan 113

Bestimmung der freien Kohlensäure 116

„ der freien und halb gebundenen Kohlensäure . . 119

„ des Sauerstoffs 128

„ der salpetrigen und Salpetersäure 156

„ des Ammoniaks 169

„ des Stickstoffs 171

„ des Kalkes und der Magnesia 179

„ der Phosphorsäure 195

„ des Chlors 213

„ von Kali und Natron 217

„ des Eisens 221

„ der Schwefelsäure 226

„ der Kieselsäure 228

„ der organischen Substanz 231

„ der leicht zersetzlichen organischen Substanz . 234

„ der freien Humussäuren 255

„ der Gerbsäure 258

Seite

Nachweis von Pepton 261
„ „ Eiweißverbindungen 262
„ „ Zucker, Stärke 264
„ „ Wolle, Holz-, Zellulosepartikelchen 267
„ „ Quarzkörnchen, Feilspänen usw. 269
Das Verfahren von Zuntz zur biologischen Bonitierung von Fischteichen 272

II. Kapitel. Der Boden.

Vorbemerkungen 291
Der Lehm in der Teichwirtschaft 353
Die Moorgewässer 362
Bilanz von Gewässern 378
Die Probenahme 395
Kulturversuche mit dem Schlamm 404
Chemische Bestimmungsmethoden.
Wassergehalt 406
Stickstoff 407
Ammoniak 410
Salpetersäure 410
Wasserlösliche organische Substanz 410
Humus 412
Freie Humussäuren 420
Kalk 421
Kohlensaurer Kalk 426
Kohlensaurer Kalk im Mergel 429
Magnesia 434
Phosphorsäure 435
Eisenoxydul 439
Eisenoxyd 440
Schwefel 440
Schwefelsäure 441
Chlor 443
Kali 444
Untersuchung des Mistes 445

III. Kapitel. Tiere und Pflanzen des Wassers und Surrogate.

Vorbemerkungen 449
Materialbeschaffung 487
Wasserpflanzen 490
Futtermittel 495
Die chemische Wage 498
Spezifisches Gewicht 501
Osmose 508
Chemische Bestimmungsmethoden.
Gesamtstickstoff (Rohproteïn) 510
Wasserlöslicher Stickstoff 512
Reineiweiß 514

Seite

Verdauliches Eiweiß 517
Verdauliche Kohlehydrate 524
Intensität der Fettspaltung 526
Verdauungssaft von Krustazeen usw. 529
Kotuntersuchungen 530
Fett (Ätherlösliches) 532
Freie Fettsäuren 535
Verseifungs-, Reichert-Meißlsche-, Hehnersche Zahl . . 536
Jodzahl 536
Rohfaser bzw. Chitin 539
Kohlehydrate 541
Asche 549
Phosphorsäure 551
Eiweiß- und Fettgehalt im Körper lebender Fische nach Zuntz 552

IV. Kapitel. Bonitierung und Nahrungsuntersuchungen von Gewässern.

Bonitierung 555
Forellengewässer 567
Bäche der Ebene 567
Flüsse 568
Seen 573
Tümpel, Pfühle, Fenne 577
Teiche 578
Nahrungsuntersuchungen.
Allgemeines 582
Untersuchungsmethoden 588
Luft- oder Zufallsnahrung 591
Plankton 593
Grundfauna 601
Uferfauna 602

V. Kapitel. Bakterien und Fermente.

Vorbemerkungen 607
Bakteriologische Untersuchungsmethoden.
Allgemeines über Bakterien 620
Kultur der aëroben Formen 625
Kultur der anaëroben Formen 638
Hefe- oder Sproßpilze 641
Schimmel- oder Fadenpilze 641

Autoren- und Sachverzeichnis 642

Digitized by the Internet Archive
in 2026 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/dassszwasserchem00knau

Einleitung.

Obwohl ein mehrjähriges intensives Studium auf das vorliegende Buch verwendet worden ist, ganze Kapitel wiederholt von Grund aus umgearbeitet wurden, vermag es bei dem heutigen lückenhaften Stande der in Betracht kommenden Wissenschaften kein durchaus abgeschlossenes Ganzes zu bieten. So haben insbesondere im biologischen Teile aus Mangel an positiven Unterlagen die Hypothese, der Wahrscheinlichkeitsbeweis, bzw. die verwandte Landwirtschaft vielfach zur Abrundung des Ganzen herangezogen werden müssen.

Diese Hypothesen auf ihren Wert zu prüfen und weiterhin für die Praxis nutzbringend zu gestalten, ist ebensosehr Sache der Praktiker, wie der Versuchsstationen.

Leider mußte auf den Raum insbesondere in den letzten Kapiteln Rücksicht genommen und infolge davon mancher Passus gestrichen werden, den ich gerne gedruckt gesehen hätte, doch sind auch dort die wichtigsten Momente präzisiert worden. Dagegen glaubte ich die verschiedentlich im Text erwähnte Zusammenstellung der Reagenzien und Normallösungen am Schluß des Buches getrost streichen zu können, zumal deren Herstellung im besonderen Teile genau angegeben wurde und es für den Anfänger wie den chemisch arbeitenden Biologen zweckmäßiger sein dürfte, diese von einer größeren chemischen Fabrik, wie Kahlbaum, Schering oder auch Altmann-Berlin, zu beziehen.

Dank der unermüdlichen Propaganda seitens O. Zacharias-Ploen soll nunmehr die Biologie des Süßwassers wenigstens bei uns im Reiche zum Unterrichtsgegenstande an höheren Schulen erhoben werden. Hoffentlich vermag das vorliegende Buch manchem Lehrer und vorgeschrittenen Schüler einen Wegweiser beim Eindringen in den wunderbaren Organismus des Süßwassers abzugeben, dem Studium desselben neue, begeisterte Jünger zuzuführen.

Spandau, Mai 1907. Karl Knauthe.

Vorwort.

Das vorliegende Buch verdankt sein Entstehen einem von mir angeregten und in Gemeinschaft mit Prof. Dr. Kolkwitz und Dr. Cronheim im tierphysiologischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin abgehaltenen Kursus, um praktische Fischereiinteressenten mit den wichtigsten einfachen, d. h. ohne kostspielige Hilfsmittel ausführbaren, chemischen Bestimmungsmethoden, vornehmlich des Wassers, dann aber auch mit der biologischen Analyse nicht verschmutzter Gewässer bekannt zu machen. Damals wurde mir von seiten der Teilnehmer an jenem Kurse nahe gelegt, das Vorgetragene schriftlich zu fixieren und in erweiterter Form auch anderen zugänglich zu machen.

Inzwischen bin ich selbst in die Lage jener Fischereiinteressenten gekommen, mir mit recht primitiven Hilfs- und noch geringeren pekuniären Mitteln helfen, den Robinson Crusoë auf wissenschaftlichem Gebiet spielen zu müssen. Dabei habe ich denn zu meiner eigenen Überraschung erfahren, wie verhältnismäßig leicht man bei einem einigermaßen guten Willen und bei der nötigen Lust und Liebe zur Sache auch unter solchen Verhältnissen passable Resultate zu erzielen vermag, wie ungemein viel mehr es aber wert ist, ständig draußen im engen Konnex mit der land- und wasserwirtschaftlichen Praxis als im Laboratorium zu beobachten. Einzig der permanente Aufenthalt am Teich und Gewässer, die fortwährende Beobachtung aller Vorgänge in der freien Natur können und werden unser Wissen fördern. Auf diesem Prinzip beruht ja die Überlegenheit der mongolischen Rasse auf fischzüchterischem und gärtnerischem Gebiet vor uns Abendländern. In den über- und übervölkerten

Gegenden des „Far East“ bedeuten eben der Garten und der Fischteich alles, denn von ihnen hängt die Existenz der Familie ab. Generationen hindurch sind beide infolge davon mit liebender Sorgfalt und mit einem nach dieser Richtung hin geschärften Auge beobachtet und so Verfahren entdeckt worden, deren Erwähnung uns wie Märchen aus Tausend und einer Nacht anmuten; mit Recht, denn wenn wir beispielsweise bei D. de Thiersant lesen, daß ein etwa 60 a großer Tümpel außer der Nahrung für eine vielköpfige Familie von Ichthyophagen und ungeachtet der minimalen Fischpreise alljährlich noch **750 Fr.** Rente brachte, so muß das für unsere Ohren wie Fischerlatein klingen.

Damit soll keineswegs über jede Laboratoriumsarbeit, jedes Forschen im Studierzimmer der Stab gebrochen, vielmehr ausdrücklich betont werden, daß die eine Methode die andere ergänzen, daß aber dem Studium an Ort und Stelle der breitere Raum gegönnt werden muß.

Das, was ich hier ausdrücklich betone, ist ein altes Postulat der Praktiker, von unseren praktischen Koryphäen immer und immer wieder betont worden, und wenn wir heute — nach 20 Jahren — das Šustasche Buch „Die Ernährung des Karpfens und seiner Teichgenossen“ mehr denn je als Standardwerk der gesamten Süßwasserbiologie betrachten können und müssen, so sollen wir dabei immer bedenken, daß unser Altmeister seine so überaus treffenden Beobachtungen mit dem Auge des Landwirtes am Teiche selbst anstellte.[1]) Die Ergänzung des Šustaschen bildet das Hübnersche Werk „Die Fischwirtschaft“. Auch dieses Buch enthält in reichlicher Menge Perlen praktischer Beobachtungen und praktischer Wahrheiten, welche gewisse Gelehrte getrost ad notam nehmen sollten. — Und noch auf einen Punkt sei hier ausdrücklich hingewiesen, der, so selbstverständlich

---

[1]) Nach dieser Richtung hin verspreche ich mir wertvolle Aufschlüsse von den unter Leitung von N. Zuntz durch Cronheim und Giesecke in Hellendorf ausgeführten Versuchen. Bei meinen diesbezüglichen Experimenten mußte ich mich lediglich darauf beschränken, die Basis festzulegen, auf welcher die anderen weiterarbeiten können. Daß ich dabei in meinen Schlußfolgerungen öfters weit über das Ziel hinausgeschossen haben soll, wird mir namentlich von einer Seite zum Vorwurf gemacht, ob mit Recht, bleibe dahingestellt, denn bis jetzt hat mir die Praxis Stück für Stück beigepflichtet.

er im Moment auch erscheinen mag (denn auf ihm basiert ja die durch Tomas Dubisch inszenierte moderne Nomadenwirtschaft), doch bisher grob vernachlässigt worden ist: **Die Pflege des Teichgrundes.** Dieselbe darf in keiner Weise hinter derjenigen des Ackergeländes zurückbleiben, wenn wir a) seine Nährstoffquellen rationell erschliessen, b) gesunde Fische haben wollen. — Ein Gelehrter arabischen Stammes behauptete, daß die Verdauungskraft des Bodens schier unbegrenzt sei. Das mag für die früheren Verhältnisse wohl zugetroffen haben, für jetzt — und namentlich unsere Städte — stimmt diese Annahme aber keineswegs: in ihnen hat vielmehr der Grund und Boden bereits längst den Sättigungsgrad überschritten. Infolge davon sind die Verwaltungen genötigt gewesen, recht kostspielige und komplizierte Kanalisationen durchzuführen, ohne freilich (der Pflasterungen wegen) einen durchschlagenden Erfolg zu erzielen. **Wärme, Luft, Licht** sind die drei Faktoren, mit denen wir in der Hygiene wie in der Biologie immer zu rechnen haben. Wo die fehlen, — und das trifft für den Teichboden durchweg zu, — stellen sich sofort allerhand Teufeleien ein. Das zeigt u. a. der von Hofer mitgeteilte Fall von Furunkulose in einer bayerischen Teichwirtschaft ganz einwandfrei. — Was in aller Welt nützen mir aber Höchsterträge an Besatz im Herbst, wenn dieser Besatz im Frühling, d. h. gerade dann, wenn ich ihn am notwendigsten brauche, durch Epidemien weggefegt oder stark dezimiert wird? — Die diesbezüglichen Untersuchungen von Wollny, Mitscherlich u. a. sind auch für den Schlamm durchaus maßgebend, und dem Umstande, daß den von den genannten Gelehrten gegebenen Anregungen hier so strikt entsprochen wird, verdankt — ein Unikum — die erzh. Kammer in Teschen ihre durchaus gesunden Fische. —

Jahre-, ja jahrzehntelang hat die auf dem Gebiete der Süßwasserbiologie dominierende Zoologie ihre eigenen Bahnen verfolgt und dadurch Gegensätze geschaffen, welche an sich durchaus unnötig, ja beklagenswert, auch heute durchaus noch nicht überbrückt sind. Diese Gegensätze betrafen nicht allein die Praxis, sondern auch die anderen Zweige der wissenschaftlichen Tätigkeit, wie besonders die Chemie und Physiologie. Einer diskreditierte nach Möglichkeit den anderen, ohne zu bedenken, wie arg dadurch die Wissenschaft als solche bei den

breiteren Schichten in Mißkredit geraten mußte, ohne weiterhin zu berücksichtigen, wie notwendig ein Zweig der Alma mater den anderen braucht, und daß jedes einseitige Vorgehen naturgemäß auch einseitige Resultate zeitigen muß.

Um so wohltuender berührt es dagegen, wenn wir auf dem so nahe verwandten Gebiete der Meeresbiologie ein inniges Handinhandarbeiten der einzelnen Disziplinen wahrnehmen, innerhalb des Ganzen jede als gleichwertiges und gleichberechtigtes Glied anerkannt sehen. Demgemäß sind auch dort die erzielten Resultate, unbeschadet ihres wissenschaftlichen Wertes, von direktem, greifbarem Nutzen für die Praxis, und infolge davon weiterhin gewisse Fragen — wie diejenige der Abhängigkeit der Wucherung und des Nährwertes der Organismen von der Menge des ihnen zur Verfügung stehenden Nährmaterials — längst als vollgültig anerkannt (Brandt). Demgegenüber mäkelt das Gros unserer Süßwasserbiologen mit seltener Einmütigkeit noch immer gerade an dieser Frage herum, und sieht es trotz der beweiskräftigen Forschungen von Molisch, Bokorny, Loeb u. a. an diesem Kardinalpunkte vorbei. Die von Weismann, Klunzinger u. a. gelehrte Theorie von dem Generationswechsel, der Periodizität der Organismen, ist zweifelsohne unendlich bequem, erspart viele zeitraubende Untersuchungen und Analysen. Folglich hält man sie selbst dann noch aufrecht, wenn der Dorfteich, die Erfahrungen der Teichwirte u. a. m., nicht zuletzt die im Meerwasser gewonnenen exakten Daten, alles andere eher als für dieselbe sprechen. Daß die in einem kleinen und im großen ganzen auch recht gleichmäßig be- bzw. entwaldeten und kultivierten Gebiet verhältnismäßig recht gleichmäßig stattfindenden Zuschwemmungen in den Gewässern sehr ähnliche Verhältnisse schaffen **müssen,** übersieht man dabei — scheint es — geflissentlich.

Einen gewaltigen Fortschritt, ja einen Wendepunkt in der Meeres- wie Süßwasserbiologie bezeichnete die Einführung der statistischen Planktonmethode durch Hensen in Kiel. Die ersten mit Hilfe derselben ausgeführten Arbeiten berechtigten hier wie dort zu den schönsten Hoffnungen, und namentlich versprachen sich die Teichwirte von der Walterschen Bonitierungsmethode recht viele brauchbare Resultate. Während nun aber die Meeresbiologen den hohen Wert gerade der rationellen Planktonforschungen anerkennen, auf eine möglichst große Vervollkommnung des Ver-

fahrens hinarbeiten und dabei immer die wechselseitigen Beziehungen der verschiedenen in den Fängen vertretenen Komponenten sowohl untereinander wie zu den gelösten Massen, schließlich auch ihren Futterwert für die direkten Nutzobjekte, die Fische, im Auge behalten (Brandt, Apstein), verflacht dieses Studium in der Süßwasserbiologie leider mehr und mehr. Das Plankton wird zur Spielerei, oder es tritt mehr und mehr zugunsten der Ufer- bzw. Grundflora und -fauna zurück, und letztere bekommt eine Rolle zudiktiert, die ihr wohl in den mageren, hungrigen Durchschnittsseen und -teichen, nicht aber in den noch immer als Basis zu betrachtenden besten natürlichen Gewässern zukommt. — Von der Grasnarbe der Fettweide werden das Rind, Schaf oder Pferd, ja selbst die heikele Ziege, mit Ausnahme des auf gewissen „Geilstellen“ gewachsenen Materials nicht nur ohne Wahl alles genießen, sondern auch in fette Milch und gutes, hochwertiges Fleisch umsetzen, von den Beständen der Sumpf-, Sauer- und mageren „Auch“-wiesen scheren sie dagegen oft gerade solche Pflanzen aus, welche sie auf der Fettweide als besondere Delikatesse betrachten. Kein Wunder! Ein Futter mit 15 % Proteïn, 3 % Fett und 36 % Kohlehydraten, — ich gebe absichtlich hier Zahlen für die Trockensubstanz, um die Unterschiede deutlicher zu machen, — darunter viel Zuckerarten und leicht verdauliche Stärke, — muß namentlich dann ganz anders wirken als ein solches mit bloß 6 % Proteïn, 3 % Fett und 36 % stickstoffreien Extraktstoffen, wenn das erstere infolge der Weichheit der Zellulose spielend leicht, letzteres aber infolge der Härte von jener sehr schwer verdaut wird.[1] Die von Zuntz, C. Lehmann und O. Hagemann am Pferde ermittelten exakten Daten nötigen uns, die Worte **leichte Verdaulichkeit, Verdauungsarbeit** und **Bekömmlichkeit** doppelt zu unterstreichen.

Kulturgeschöpfe brauchen Produkte der Kultur zu ihrer Nahrung, und mit zunehmender Kultur steigen die Ansprüche eines jeden Kulturgeschöpfes. Für die Wurzeln der wilden Möhre, die Früchte des Holzapfels, der Holzbirne, der Vogelkirsche u. a. m., welche unseren Altvorderen nachweislich gleich den Beeren des wilden Weines zur Nahrung dienten, würden wir uns schönstens bedanken. Ein englisches, hochgezüchtetes Schwein zur Eichel- bzw. Bucheckernmast in den Wald hinauszujagen oder gleich seinem polnischen Kollegen auf den recht mageren Hutungen

großhungern zu lassen, wäre geradeso verlorene Liebesmühe, wie wenn ein Gärtner Karotten auf die bevorzugten Standplätze der wilden Möhre aussäen wollte. Just so ergeht es uns aber mit den Kulturprodukten unter den Fischen, und ein großer Teil der mit den Aussetzungen bisher erzielten Mißerfolge ist einzig diesem Umstande zuzuschreiben. Was für ein genügsamer Geselle war doch der Bauernkarpfen im Vergleich zum Galizier. Freilich waren auch seine Leistungen dementsprechend geringe! — Wenn wir nun von diesem Gesichtspunkte aus die Bestände unserer Seen und Flüsse durchmustern, werden wir zu überraschenden Resultaten gelangen.

Als Optimum eines guten Gewässers betrachten wir mit Recht die stagnierende Entenpfütze namentlich dann, wenn sie gleichzeitig als Viehtränke und Sauschwemme benutzt wird, und, merkwürdig, das Vieh, welches sonst einen ausgesprochenen Widerwillen gegen organisch verschmutztes Wasser verrät, säuft mit Vorliebe aus diesen Pfühlen, ein Zeichen dafür, daß hier ganz besonders günstige Verhältnisse obwalten müssen. Dasselbe gilt von den ihnen durch rationelle Kultur und intensive Düngungen ähnlich gemachten Weihern. Ein solches Becken produziert an Fischen 12, ja in Ausnahmefällen sogar 15 bis 18 Zentner pro ha. Ein gewöhnlicher Karpfenteich liefert auf gutem, humosem Boden nicht leicht über 3 bis 4, auf magerem Gelände oft nur $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zentner, und viele von unseren Seen können wir auf etwa 20 bis 40 Pfd. pro ha und Jahr einschätzen. Wohlverstanden liefert der Dorfteich diese Erträge aber nur dann, wenn ihm alle Nährstoffe in genügender Menge und in gelöster Form zufließen, einseitige Überschüsse wirken dabei oft ebenso ertragvermindernd wie ein direkter Mangel.[1]) — Gewiß lagern sich auch im Untergrunde des Entenpfuhls oft sehr wertvolle Substanzen ab und vertorfen daselbst, wenn sie nicht durch die Hufe und die Schnäbel der Tiere aufgerührt, bewegt werden. Das nämliche gilt von unseren Seen

---

[1]) Das konnte ich neulich hier erst wieder recht deutlich beobachten. Infolge eines Überschusses an organischer Substanz verschwanden die Wolken von Volvocineen mit einem Schlage aus einem sehr flachen Teiche; nach der durch Regengüsse bewirkten Verdünnung stellten sie sich in mäßiger Zahl wieder ein. Auch die von Rakus und v. Scheidlin mit ihrem Verfahren erzielten Mißerfolge beruhen größtenteils auf diesem Moment.

in verstärktem Maße, denn ihnen werden ja viel mehr suspendierte als gelöste Stoffe zugeführt, und wenn Hübner dem tüchtigen Aufrühren der Schlammschicht durch die Geräte der Fischer einen so hervorragenden Anteil an der Produktivität der Gewässer zuschreibt, so stimmt das wieder mit den in der Landwirtschaft längst erbrobten Normen von dem Werte einer intensiven Bodenbewegung (Wollny, Mitscherlich) überein. — Betrachten wir den Dorfteich etwas näher, so haben wir in ihm eine Produktion von 5000 und mehr g organischer Substanz von einer besten jungen Klee vor der Blüte noch überragenden Zusammensetzung (pro Kubikmeter), während der Grund in maximo 500 bis 800 g kaum wesentlich wertvollere Substanz (pro m^2) liefert.

Dieses Faktum wird uns namentlich dann nicht wundernehmen, wenn wir einmal bedenken, daß infolge des Überschusses an Jauche die gelösten Substanzen die Schwebstoffe ganz gewaltig überwiegen, und daß weiterhin, weil die Organismen des Wassers allseitig von der Flüssigkeitssäule umgeben sind, der Ausnutzungskoeffizient für die gelösten Stoffe ein wesentlich höherer sein muß (für die Nitrate beispielsweise nach Brandt **über 50** $^0/_0$) als bei den Landpflanzen (5 bis 6 $^0/_0$). Dazu kommt nicht nur bei den Pflanzen, sondern auch bei niederen Tieren, speziell Planktonten, noch ein Luxusverbrauch an Stickstoff, Phosphorsäure, Kali usw., last not least der wieder von Brandt näher geschilderte, so ungemein wichtige Umsetzungsprozeß der Schwebstoffe durch das Plankton. So sehen wir denn im Dorfteiche das letztere auf der ganzen Linie im Vorteile. — Falls die eine derartige Massenwucherung von Organismen bedingenden Zuflüsse ausreichen, halten die geschilderten Verhältnisse den ganzen Sommer über in annähernd gleicher Stärke vor, bis die absinkende Temperatur die Entwickelung verlangsamt, der Frost sie ganz unterbindet. Sowie jedoch nur eine Substanz auf die Neige geht, oder infolge irgend welcher ungünstiger Umstände sich Störungen in der Umsetzung, vornehmlich der organischen Massen, einstellen, sich aus ihnen Toxine bilden, tritt auch hier sofort das Plankton quantitativ und qualitativ zugunsten der Grundfauna zurück, stellt sich hier sogar die sonst sehr spärlich vertretene Grundflora in Gestalt einer reichen Vegetation der verschiedensten Gruppen ein. — Diese Verhältnisse prägen sich natürlich sehr deutlich auch in der Nahrung der Fische aus. Gemäß ihrer

Menge und ihrem Nährwert überwiegen im Dorfteich die Komponenten des Planktons ganz bedeutend, nur in jenen Perioden des Abfalls treten sie zugunsten der Ufer- und Grundfauna (bzw. -flora) zurück.

Im mageren See oder Teich haben wir in dieser Zeit dagegen gemäß der beschränkten Zufuhr vornehmlich an gelösten Stoffen und deren Verarbeitung durch Bakterien und Fermente eine sich oft mehr oder minder rasch abflachende Flutwelle im Plankton von vielleicht 500 bis zu 200, ja 100 und weniger Gramm organische Substanz pro Kubikmeter, zugleich mit einem großen Wandlungsprozeß in bezug auf die Zusammensetzung und den durch sie bedingten Nährwert. Genau wie im Boden, werden hier lediglich aus Mangel an geeignetem Nährmaterial, d. h. an gelösten Stoffen, die Komponenten der Fettweide rarer und rarer, an ihre Stelle treten anspruchslosere, dafür aber auch minderwertigere Organismen, bis schließlich die den magersten Weidegräsern entsprechenden Formen zu ausschlaggebenden Faktoren werden. Ganz im Gegensatz zur Wassersäule lagern in solchen Becken dagegen geradezu immense Mengen des besten Nährmaterials im Grunde, woselbst ihre einzelnen Bestandteile, nach Maßgabe der Verhältnisse wieder wesentlich unter bakterieller Mitwirkung (Brandt, A. Koch-Göttingen) aufgeschlossen, wasserlöslich gemacht werden. Wir werden unter solchen Verhältnissen demgemäß eine quantitativ und qualitativ überwiegende Grund- und Uferfauna und -flora und, da das Weidetier nach Maßgabe der von ihm geforderten Leistungen sich immer das beste, bekömmlichste Material aussucht, auch den Hauptkonsum gerade an den Organismen dieser Zonen selbst dann noch zu verzeichnen haben, wenn das Plankton relativ beträchtliche Mengen von tierischen Komponenten aufweist. Im vorliegenden Falle treten eben diese Komponenten, was den Nährwert anlangt, gegen die im Überfluß wuchernden des Untergrundes weit zurück. Dazu kommt als ferneres wichtiges Moment noch die Gewöhnung, die gleich so vielen anderen erworbenen Eigenschaften rassig fixiert werden kann und nur durch die eiserne Notwendigkeit durchbrochen zu werden pflegt.

Jedenfalls ist in dieser wichtigen Frage das letzte Wort noch nicht gesprochen, vielmehr fordern die von Mahnkopf u. a. mit dem Umsetzen von Wildfischen erzielten glänzenden Resultate zu

weiteren eingehenden Untersuchungen heraus. Wenn Fische in einem Gewässer verbutten, so geschieht das der landläufigen, auf die zeitlich recht beschränkten Beobachtungen beim Karpfen sich stützenden Theorie[1]) nach lediglich aus Nahrungsmangel. Wie in aller Welt kommt es nun aber, daß, wenn wir Tiere aus anderen Gewässern in solche ertragsschwache Seen und Flüsse bringen, diese mit einemmal kräftig abwachsen, daß sogar die nach dieser Richtung hin sehr anspruchsvollen hochgezüchteten Karpfenrassen mitunter gerade in derartigen Gewässern ausnehmend gut gedeihen?

Eine eigenartige Stellung nehmen im Stoffkreislauf der Gewässer die Schnecken und Muscheln ein. Daß das Gros derselben den Fischen zur Nahrung dient, wird niemand behaupten wollen. Sie bilden sozusagen einen Staat im Staate, der nur kräftig zehrt und eine Menge gerade sehr wertvoller Stoffe, wie Kalk und Phosphorsäure, in zum Teil sehr resistenten Verbindungen festlegt. Wichtig für den Fisch sind einzig die Larven, Jugendstadien einiger, wie der Dreissensia, diverser Lungenschnecken u. a. m. Trotzdem sind auch diese für den Wasserwirt im großen ganzen indifferenten Organismen für das Ganze als Verarbeiter des Detritus (Jaffé) und besonders der Rohfaser mit Hilfe von Fermenten (Biedermann und Moritz) eminent wichtig. Interessant sind die von Noll zuerst konstatierten Wechselbeziehungen zwischen Bitterling und Malermuschel und die von Lemmermann näher geschilderten zwischen Algen und Mollusken.

Die Wucherung der Wasserblütenalgen scheint vielen ein zwar interessanter, aber recht unnötiger, verschwenderischer Vorgang zu sein. Wenn wir aber dieses Phänomen näher betrachten,

---

[1]) Man berücksichtige dabei, daß, wenn die Chinesen bei den von ihnen gezüchteten Fischen die Brut alljährlich frisch direkt aus den Flüssen und Seen beziehen, sie doch ein Haar in der In- und Inzestzucht gefunden haben müssen. „Wasserchinesen“ fahren mit ihren Booten vom Norden zum Süden et vice versa weit die Flüsse hinauf und bieten Exemplare der meist aus Japan, Siam, Kambodscha oder dem Hinterindischen Archipel importierten Goldfische, Teleskopen, Schleierschwänze, Schlangenfische, Makropoden und Guramis feil. Obwohl diese Zuchtstücke im Verhältnis zum Preise der Marktware ungemein hoch werten, kaufen sie der Chinese, Japaner usw. doch, ein Zeichen dafür, welchen Wert er auf die Blutauffrischungen legt.

werden wir eine wohlweise Einrichtung der Natur, schädliche Überschüsse zu paralysieren, zu Nutz und Frommen für das Ganze zu verwerten, entdecken, ein Bestreben, welches uns besonders deutlich bei der Selbstreinigung der Flüsse entgegentritt und uns schon längst die Mittel und Wege zur Nutzbarmachung der jetzt vergeudeten Düngermassen in piscikultureller Hinsicht in die Hand gegeben haben würde, wenn man, anstatt ewig über die Schäden zu lamentieren, an die **rationelle Verwertung der Massen** gedacht haben würde. Die auf der grossartigen Theorie von v. Pettenkofer basierenden Verfahren von Oesten, Jaffé und Hofer bedeuten einen gewaltigen Schritt voraus. Das Studium der Methoden der Chinesen, mittels des Wasserpfluges die Massen zu bewegen und durch ganz besonders präparierte Erdklöße die nötigen Fermente in die organisch verschmutzten Gewässer zu bringen, sind überaus wertvolle Fingerzeige.[1])

Daß einschneidende Unterschiede zwischen Acker und Teich, Feld und Wasser nicht bestehen, lehrte schon J. Šusta. Seitdem ist mit der zunehmenden Intensität der Forschung die Zahl der Analogien fortwährend gestiegen. Die Produktionsfragen des Wassers sind durchweg als rein **landwirtschaftliche** denen der Tierra firma konforme, diejenigen des wechselwarmen Tieres als denen des warmblütigen sehr ähnlich, wenn nicht gleichend, erkannt worden.

Ganz abgesehen von den Düngerfragen, welche sich ungleich mehr als in der Landwirtschaft (Mitscherlich) um die Fragen **wasserlöslich** oder vielmehr **gelöst** bei den Substraten drehen, möchte ich hier insbesondere an die Wirkungen der Teichbodenpflege, einen der Hauptfaktoren des Dubisch-Systems, erinnern (s. Kap. II). Die günstigen Äußerungen des Trockenliegens der Weiher über Winter, der rationellen Wechselwirtschaft, sind über jeden Zweifel erhaben, und wenn in vielen extensiv betriebenen Wirtschaften trotz der Behandlung der Flächen nach „Dubisch“ und ungeachtet der eingeschobenen, leider

---

[1]) Daß selbst im Dorfteiche infolge eines Zuviel an gelösten Stoffen ein negativer Erfolg in piscikultureller Beziehung eintreten kann, habe ich bereits früher gezeigt, die Pendants dazu lieferte mir jetzt Paul Morcinek in einer Anzahl Entenpfützen in Mosty bei Teschen. Dort lassen sich Fische überhaupt nicht züchten, weil dieselben sofort unter Erstickungserscheinungen zugrunde gehen.

wesentlich dem Raubbau schlimmster Art gewidmeten Perioden der Trockenkultur, die Erträge auf, ja **unter** das frühere Niveau abgesunken sind, so wird das den intensiv wirtschaftenden Landmann durchaus nicht wundernehmen, der wird vielmehr noch immer über die relative Höhe der Erträge erstaunt sein. Die Erfahrungen der Praktiker zeigen, daß dieser Abfall in der Produktivität durch das Brachliegen der Flächen über Sommer, namentlich auf schwereren Böden, sehr wirksam unterbrochen werden kann, ein Faktum, welches wieder mit den von Caron u. a. über den Vorteil der Schwarzbrache gemachten Beobachtungen übereinstimmt.

Während nun aber im Boden nach dem Äquator hin die Produktivität mehr und mehr zunimmt und in südlicheren Gegenden gemäß einem alten Ausspruche von v. Wolff die Stickstofffragen bei weitem nicht so brennende sind als im Norden, ist in der Fischerei und Wasserwirtschaft das Umgekehrte der Fall. Hier steigt die Produktivität im Meere (Hensen, Brandt) wie in den Seen und Flüssen (Hübner) ganz beträchtlich nach Norden zu an, hier spielt aber auch gerade die Stickstoffrage eine sehr ausschlaggebende Rolle. Die Erklärung dafür hat uns Brandt auf Grund der Versuche von Baur und Gran gegeben. Gleichwie im Boden, finden sich auch im Wasser zwei heterogene Gruppen von Mikroorganismen im regen Kampfe um den Stickstoff, die eine, welche den gasförmigen Stickstoff bindet (Benecke und Keutner), die andere, welche die aus der organischen Substanz usw. gebildeten Nitrite und Nitrate wieder zerstört. Wären diese letzteren nicht vorhanden, so würde, wie Brandt überzeugend nachweist, das Meer schon längst infolge der Übersättigung mit Stickstoffverbindungen verjaucht, ja, weil in letzter Linie aller organische von dem elementaren Stickstoff resultiert, auch die Zusammensetzung der Luft eine wesentlich andere, für die Organismen ungünstigere geworden sein. Die Wucherung beider Gruppen hängt unter sonst gleichen Verhältnissen von der Temperatur derart ab, daß sie bei höherer Wärme auch die größte Energie entfalten. Während aber die nitrifizierenden nach meinen Versuchen gerade im Wasser sehr rasch erlahmen und unsere Gewässer daher auf regelmäßige Zufuhren angewiesen sind, ist bei den salpeterzerstörenden Organismen gerade das Gegenteil der Fall, ein Faktum, welches unsere Wasserwirte gehörig ad notam nehmen sollten.

Verschieden von den Verhältnissen des Landes ist ferner das Medium. Die Pflanzen und Tiere der Erde sind zum größten Teil bzw. allseitig von der Luft — einem bekanntlich sehr konstant zusammengesetzten Medium —, die des Wassers dagegen von einer Flüssigkeitssäule oder richtiger einer Salzlösung umgeben. War diese Salzlösung aus naheliegenden Gründen früher — im goldenen Zeitalter der Fischerei — für die betreffende Lokalität, wenn nicht für ganze, große Striche, eine relativ gleichmäßige und gleichbleibende, so sind jetzt im Süßwasser infolge der Entwaldung der Gebirge, der Waldstreunutzung und anderer dergleichen Ursachen mehr zum Teil recht schroffe Übergänge an der Tagesordnung. Was Wunder, daß sich da bei der Feinheit der den Körper umhüllenden Membrane der osmotische Druck in sehr erheblichem Maße fühlbar macht, und sich uns im Verlaufe einiger Wochen gewisse nach dieser Richtung hin besonders zart organisierte Tier- und Pflanzengruppen oft in so stark abweichender, bizarrer Form präsentieren, daß wir unwillkürlich an neue Spezies denken müssen!

Bekanntlich hat man in der Landwirtschaft von jeher sein Augenmerk auf die sogen. „Leitpflanzen" gerichtet, Gewächse, welche durch ihr Auftreten bzw. massenhaftes Wuchern einen Überschuß oder Mangel an gewissen Stoffen anzeigen sollen. Daß es derartige Pflanzen geben muß, erscheint dem mit den Entwickelungstheorien Vertrauten auf den ersten Blick plausibel, allein die Geschichte hat einen gewaltigen Haken. Während wir nämlich in den älteren Lehrbüchern der Bodenkunde noch Angaben über die Möglichkeit einer Bonitierung der Flächen mit Hilfe von solchen Leitpflanzen finden, werden in jüngster Zeit sogar die jahrelang hochgeschätzten Indikatoren für den Kalk von einigen mit einem gewaltigen Fragezeichen versehen.

Eine Klassifikation der Gewässer nach biologischen Prinzipien angeregt zu haben, ist das Verdienst von C. Apstein. Die zu einer Wissenschaft für sich gewordene Abwässerkunde hat uns dann eine ganze Reihe von Organismen kennen gelehrt, welche uns durch ihr Entstehen und Vergehen das Vorhandensein oder Fehlen gewisser schädlicher oder schädigender Stoffe selbst dann noch anzeigen, wenn wir dieselben chemisch kaum zu fassen vermögen. Leider hat die Biologie der nicht verschmutzten Gewässer trotz der von Apstein und später von Marsson und Kolkwitz

gegebenen Anregungen ihrer Kollegin nach dieser Richtung hin nicht Folge geleistet. Daher sind wir bei den Meliorationsmaßnahmen nicht verschmutzter Gewässer vorläufig noch ausschließlich auf die Hilfe der Chemie angewiesen, ja, auf Grund meiner letztjährigen Forschungen behaupte ich sogar, daß es uns in den reinen Wässern mit den Leitorganismen im großen ganzen nicht anders gehen wird wie in der verwandten Landwirtschaft, schon aus dem Grunde nicht anders gehen kann, weil ganz im Gegensatz zu den verschmutzten in jenen die Nährstoffe meist nur in homöopathischen Dosen verteilt sind, die niedere Pflanze wie das niedere Tier eine erstaunlich große Anpassungsfähigkeit besitzen und die Frage der gegenseitigen Ersetzlichkeit der Nährstoffe durchaus noch nicht entschieden ist. Ich für meinen Teil glaube zwar nicht, daß ohne Schaden für den betreffenden Organismus ein Nährstoff, und sei er noch so unbedeutend, durch einen anderen ersetzt werden kann, doch ist dies eine rein subjektive Auffassung.

Schon das Bestreben unserer rührigsten biologischen Stationen, tüchtige Chemiker zu ihren Arbeiten heranzuziehen, dieselben dauernd an sich zu ketten, zeigt, daß deren Leiter den Wert der Chemie für die Aufklärung der Vorgänge im Wasser sehr wohl einsehen, wenngleich sie diese ihre Einsicht vorläufig noch ängstlich zu verbergen bestrebt sind. Sind die Prinzipien der Wasserwirtschaft, wie Šusta, Burda, Gasch u. a. es wollen, rein landwirtschaftliche, so wird sehr bald auch in der Wasserwirtschaft der Chemie und Bakteriologie ein breiter Raum gewährt werden müssen, denn bekanntlich dominieren die letzteren beiden, wahrlich nicht zum Schaden für das Ganze, im landwirtschaftlichen Versuchswesen ebenso stark wie im fischereilichen die Zoologie. Im Hinblick hierauf erschien es mir aber auch angebracht, gerade jetzt mit einem den chemischen Bestimmungsmethoden des Wassers, des Bodens und der Futtermittel hauptsächlichst gewidmeten Buch vor die Öffentlichkeit zu treten.

Von seiten eines Praktikers ist in jüngster Zeit über die biologischen Stationen der Stab gebrochen, denselben jede Existenzberechtigung abgesprochen worden. — Nach berühmtem Muster mich zum Anwalt der Wissenschaft aufzuwerfen, liegt mir ebenso fern, wie nach demselben Schema Prioritätsreklame zu treiben. Jedenfalls freue ich mich, wenn die von anderen und mir aufgestellten Theorien durch die und in der Praxis ihre

Bestätigung finden. — Die Königl. preußische Staatsregierung hat in richtiger Würdigung der Verhältnisse die Gründung eines großen fischereilichen Forschungsinstitutes am Müggelsee beschlossen. Möge dieser Gründung die weitere einer ausreichend dotierten teichwirtschaftlichen Versuchsstation in der Lüneburger Heide um so rascher nachfolgen, als man nunmehr auch in Österreich hierin kräftig vorgeht.

Die von mir ursprünglich gehegte Absicht, dem Buche als erstes Kapitel eine längere Betrachtung über die Entwickelung der Verhältnisse in den Gewässern im Laufe der Zeit und unter der Einwirkung der Kultur beizugesellen, mußte aus räumlichen Rücksichten aufgegeben werden, obwohl derartige Betrachtungen, zu denen mich meine Beobachtungen im Auslande sehr wohl in den Stand setzen, durchaus zeitgemäß wären. Zeigen uns doch gerade die geschichtliche Entwickelung der fischereilichen Verhältnisse, der Vergleich zwischen unseren und den noch im primitiven Zustande befindlichen Gewässern sowohl die von der Kultur geschlagenen Wunden wie die Mittel und Wege, dieselben zu paralysieren, sehr deutlich. Als Hauptfaktoren der Schädigungen treten dabei neben der Entwaldung der Gebirge bzw. der Waldstreunutzung die Flußkorrektionen auf. Unter natürlichen Verhältnissen, wie sie früher statthatten, würde der Fluß die Quantitäten von Fäkalien, Jauche und organischen Schmutzstoffen, welche ihm die Städte und gewisse Industrien liefern, spielend leicht verarbeitet und, genau wie die Donau seinerzeit bei Wien die Kadaver der Türken, nutzbringend verwertet haben; heutzutage vermag er das aus dem einfachen Grunde schon nicht mehr, weil die ausgewaschenen Quellgebiete selber hochgradig bakterienbedürftig sind, ihm die Inundation der anliegenden Strecken verwehrt ist, ruhige Tümpel und Altwässer vollkommen fehlen und die Bakterien von den schon aus dem Quellgebiet mitgeführten Schlickmassen zu Boden gerissen werden, ehe sie noch in Aktion treten können. Ob endlich auf einem solchen Boden die Verhältnisse für eine Massenwucherung der Mikroben günstige sind, ist noch sehr die Frage, jedenfalls habe ich bei diesbezüglichen Tastversuchen Resultate erhalten, die alles andere eher als zugunsten einer derartigen Annahme sprechen. Tödlich für viele Bakterien und besonders die bei der Selbstreinigung beteiligten Faktoren wirkt nach Uffelmann, Buchner u. a.

bekanntlich das direkte Sonnenlicht, daher die große Überlegenheit der durch eine schwache Haut von Algen vor den Wirkungen desselben geschützten Entenpfütze vor so vielen prall beleuchteten Teichen, weiterhin die Intensität der Umsetzungen gerade in den „blühenden“ oder von Lemnaceen bewucherten Gewässern. Betrachte ich mir alte Fluß- und Bachkarten, so sehe ich überall an den Ufern schattenspendende Bäume und Sträucher (Weiden, Erlen u. a. m.), namentlich aber die Tümpel ganz und gar von ihnen eingehüllt. Beide sind jetzt, sehr zum Schaden fürs Ganze, verschwunden. Dazu gesellen sich noch so und so viele Industrien mit ihren keimtötenden säure- und laugehaltigen Abwässern. Daß unter derartigen Verhältnissen die Selbstreinigungskraft nicht mehr ausreicht, liegt klar zutage. Hat die Kultur den Gewässern diese Wunden geschlagen, so muß sie dieselben auch beseitigen. Daß die viel ältere Fischerei der ungleich jüngeren Industrie weichen soll, weil diese die kapitalkräftigere von beiden ist, die Logik, Freund, klingt doch etwas stark an die Zeiten des Faustrechtes an. Entfernung aller direkt schädlichen Stoffe (Säuren, Laugen) aus den Flüssen durch strenge Bestrafung des Einlassens, hochdotierte Preisausschreiben für gute Reinigungsverfahren der organisch verschmutzten Gewässer seitens der Schädiger unter staatlicher Kontrolle u. a. m. würden sicherlich sehr bald andere, bessere Verhältnisse schaffen.

Wenn man heut unsere fischereiliche Literatur verfolgt, so stößt man auf so viele Publikationen über Fluß- und Wasserverunreinigungen, Fischkrankheiten und Fischsterben, daß sich einem unwillkürlich die Frage aufdrängt: „Haben wir denn gar keine reinen Gewässer mehr?“ Nun, zum Glück besitzen wir derartige Wässer noch in genügender Menge, und zum Glück ist eben nicht jedes Tröpfchen Jauche, jedes Atom von Straßenschmutz oder jedes Bißchen Molkerei- oder Brennereiabwasser als eine Verunreinigung des betreffenden Beckens oder Rinnsales anzusprechen. Wird es zu dieser, so liegt die Schuld einzig und allein an dem betreffenden Wirtschafter, noch mehr aber an dem Gutachter, der auch hierin eine „Verdreckung“ wittert und für alle möglichen und unmöglichen Vorkommnisse die „Industrie“ haftbar machen möchte. Auf diesem Wege werden wir wohl zu reichen Advokaten und überlasteten Gerichtshöfen, im übrigen aber keinen Deut vorwärts kommen.

Aus diesen Gründen habe ich es auch vermieden, auf die Abwässerfrage näher einzugehen, mich aber verschiedentlich sehr eingehend mit der Selbstreinigung des Wassers und der Möglichkeit der Verwertung organisch getrübter Abwässer beschäftigt. Was den übrigen Inhalt des Buches anlangt, so sind jedem der einzelnen Kapitel längere Vorbemerkungen vorausgeschickt, in welchen das bis jetzt über das betreffende Thema Bekannte in groben Zügen wiedergegeben wird. Ausserdem ist bei jedweder Substanz ihr Nutzen oder ihre Schädlichkeit in Form von Randbemerkungen erörtert, gleichzeitig aber auch auf noch unaufgeklärte, wichtige Momente hingewiesen worden; daß dabei öftere Wiederholungen unvermeidlich sind, springt in die Augen. Meiner Meinung nach sind derartige Wiederholungen bei einem für den Handgebrauch bestimmten Buche sogar unumgänglich notwendig, denn wenn der Leser beispielsweise den Abschnitt „Organische Substanz" aufschlägt, so wünscht er in demselben eben alles Wissenswerte beieinander zu finden, nicht aber, sich das Nötige brockenweise an den verschiedensten Stellen zusammensuchen zu müssen. Da ich aus eigener Erfahrung den Wert gewisser kleiner „Kniffe" zur Erleichterung der Analysen und namentlich bei Massenanalysen kenne, habe ich dieselben tunlichst überall angegeben. Weiterhin war es mein Bestreben, möglichst viele instruktive Abbildungen zu bringen. In liberalster Weise kam der Verlag selbst weitgehenden diesbezüglichen Wünschen von mir entgegen, außerdem stellten mir die Herren Max Kähler & Martini und Paul Altmann in Berlin bereitwilligst Klichees zur Verfügung, wofür ich mich auch an dieser Stelle noch schönstens bedanke.

Ein besonderer Abschnitt ist schließlich den Bakterien und Fermenten gewidmet, auf deren eminente Bedeutung bereits im speziellen Teile immer und immer wieder hingewiesen wurde. Kein Wunder, tritt uns bei eingehender Beobachtung ihr Walten doch fortdauernd deutlicher vor Augen, und lehrt uns ein eingehendes Studium der Vorgänge doch, daß ohne sie ein Leben im engeren Sinne des Wortes unmöglich wäre! Während nun aber in der gerade auf diesem Gebiet wissenschaftlich ungemein vorgeschrittenen Landwirtschaft das Wechselspiel, die Rivalität heterogener Gruppen die praktische Ausführung ungemein erschweren, wenn nicht gar unmöglich machen, der Boden nie Reinkulturen,

sondern stets Konglomerate der verschiedensten Form liefert, sind wir in der Wasserwirtschaft und namentlich in unseren armen reinen Gewässern in dieser Beziehung sehr günstig gestellt, denn das Wasser ist und bleibt das Medium par excellence gerade für Reinkulturen.

Als Praktiker möchte ich dem Anfänger raten, zunächst nur die qualitativen Bestimmungsmethoden des Wassers sich einzuüben. Bei einem recht gleichmäßigen Arbeiten kann man auf diese Weise schon zu sehr wertvollen, interessanten Daten gelangen; dann gehe man zu den leichteren quantitativen Analysen, wie der Bestimmung der Härte mittels der Seifenlösung u. a. m., über. Die Sache wird einem bald Spaß machen und, wenn man zielbewußt vorgeht, sich stets auch lohnen. Man sei aber — besonders im Anfang — vorsichtig mit den Schlüssen und prüfe ja recht genau nach jeder Seite hin, ehe man mit seinen Behauptungen an die Öffentlichkeit tritt.

Zum Schluß gestatte ich mir, allen den Herren, welche mich bei der Abfassung des Buches in liebenswürdigster Weise teils mit Literatur, teils mit Winken und Angaben unterstützten, für diese Förderung meinen verbindlichsten Dank abzustatten. Ein herzliches „Vergelt's Gott" aber Herrn erzherzoglichen Domänenpächter Adolf Gasch zu Groß-Kaniów, sowie Herrn Verwalter Kutscha in Drahomischl und Herrn Rittergutsbesitzer v. Snieszko auf Lubella für die mir während der Abfassung des Buches in liberalster Weise gewährte Gastfreundschaft!

Drahomischl, im Juli 1906.

Der Verfasser.

I. Kapitel.

Das Wasser.

I. Vorbemerkungen.

Der uns die Niederschläge und damit das Wasser liefernde Wasserdampf gelangt durch die Verdunstung der Gewässer (Meer vornehmlich am Äquator, Seen, Flüsse, Teiche, Brüche), aber auch aus dem Boden,[1] durch Verbrennungen (Lebenstätigkeit der Organismen u. a. m.) in die Luft und wird ihr durch Kondensation wieder entzogen. Die Verdichtung tritt entweder infolge der durch das Aufsteigen der wasserdampfreichen Luft in höhere Schichten bewirkten Ausdehnung und Abkühlung bereits unter den Tropen ein (Einfluß des Passates bzw. der Richtung desselben auf die Fruchtbarkeit des indischen Hochplateaus), oder sie vollzieht sich erst in kälteren Regionen infolge:

a) der hier gemeinhin niedrigeren Temperatur in relativ geringer Höhe,

b) von kalten Winden,

c) durch Kondensation an hohen Bergketten.

Formen: Tau, Reif, Nebel, Schnee, Graupel, Hagel.

Die Menge der Niederschläge variiert stark, oft — wie namentlich im Gebirge — innerhalb geringer Entfernungen in weitesten Grenzen. Am größten ist sie vielerorts in den Tropen (Malpassat), z. B. Cerra Pungee 14198; an der Westküste Schottlands beträgt sie 3611, in Salzburg 1011, Berlin und Wien 574, Breslau 482 mm. Die Sahara und Gobi sind dagegen fast ohne Niederschläge.

[1]) Nähere Angaben siehe Mitscherlich, „Bodenkunde für Land- und Forstwirte“, Berlin 1905, Paul Parey, S. 204 bis 213, 300 bis 304.

Nach G. von Möllendorf[1]) beträgt die jährliche Regenhöhe in den einzelnen Stromgebieten Deutschlands:

	mm		mm
Rhein (Koblenz bis Emmerich)	680,7	Saale	704,8
Main	696,5	Spree u. Havel	588,8
Mosel	629,3	Oder	573,1
Ems	640,3	Glatzer Neisse	662,5
Weser bis Bremen	755,0	Bober	546,4
Leine	711,3	Lausitzer Neisse	598,9
Elbe	719,1	Donau	893,9
Eger	670,3	Küsten der Nordsee	512,8
Mulde	788,1	„ „ Ostsee	495,9

Das Meteorwasser ist nie chemisch rein, sondern enthält — selbst auf hoher See — stets Spuren von Sauerstoff, Kohlensäure, Stickstoff, Ammoniak und Salzen, wie die nachstehenden Tabellen zeigen:

	In 100 ccm Wasser sind enthalten bei 0° und 760 mm ccm			Schnee		
	O	N	CO_2	O	N	CO_2
Malpassat Atlantischer Ozean 200 engl. Meilen von Land, tags	0,3	0,9	0,05			
Malpassat Indischer Ozean 80 engl. Meilen von Land, tags	0,4	0,9	0,02			
Malpassat Indischer Ozean 120 engl. Meilen von Land, tags	0,6	0,9	0,0			
Malpassat Indischer Ozean 100 engl. Meilen von Land, nachts	0,4	1,0	0,35			
In Rothenburgsort (verräuchert) Sommer	0,2—0,3	0,6—0,8	0,15—0,2			
In Rothenburgsort (verräuchert) Winter	0,4	1,2	0,6	0,2	0,5	0,2
In Wilhelmsburg (Land) Sommer, tags	0,5	1,2	0,1			
nachts	0,5	1,2	0,4			
In Wilhelmsburg (Land) Winter	0,7	1,4	0,15	0,4	1,2	0,6

[1]) „Die Regenverhältnisse Deutschlands“, Görlitz 1862, J. Koenig, „Die Verunreinigung d. Gewässer“, 2. Aufl., Berlin 1899, I, S. 8 ff.

Nach J. Koenig schwankt die Menge des im Meteorwasser vorkommenden Ammoniaks usw. im Liter wie folgt (s. a. dies. Kap. unter II [1]):

Substanz	Regen mg	Schnee, Eis, Hagel mg	Tau oder Reif mg	Nebel mg
Ammoniak	0,04—15,67	0,00—10,34	1,02—6,20	2,56—137,85
Salpetersäure	0,01—16,00	0,00—4,00	0,05—2,50	0,50—1,83
Organ. Stickstoff . .	0,03—1,00	—	—	—

Über die Verteilung dieses Regenwassers auf die einzelnen Monate machen Barral[2]) [Observatorium von Paris = (A)] und Bobierre[3]) [Nantes 47 m = (B) und 7 m Höhe = (C)] folgende Angaben (mg pro Liter):

Monat	Ammoniak			Salpetersäure			Gesamtstickstoff	Chlor	Chlornatrium	
	A	B	C	A	B	C	A	A	B	C
Januar . . .	2,53	5,23	6,70	7,64	5,79	3,20	3,90	1,61	14,1	8,4
Februar . . .	9,65	4,61	5,90	11,77	—	—	11,13	4,62	15,1	10,0
März	1,47	1,88	8,62	6,86	7,12	5,98	2,92	2,11	16,1	11,9
April	3,53	1,84	6,68	3,57	2,31	1,81	3,63	2,18	7,3	9,2
Mai	1,14	0,75	4,64	5,57	3,50	2,00	2,54	1,15	5,0	9,4
Juni	1,84	2,22	3,97	1,84	13,22	10,24	2,01	1,37	15,0	17,4
Juli	3,77	0,27	2,70	6,01	—	—	4,67	3,88	—	—
August . . .	4,42	0,26	2,11	20,20	15,52	16,00	9,44	2,89	14,8	19,3
September . .	3,04	1,43	5,51	36,33	10,00	5,72	11,95	2,39	11,2	14,8
Oktober . . .	1,08	1,69	4,29	5,82	4,99	3,20	4,46	1,84	12,0	9,0
November . .	2,50	0,59	4,48	9,99	6,28	5,57	4,64	2,64	22,8	26,1
Dezember . . .	6,85	3,18	15,67	36,21	4,89	3,10	15,01	—	21,6	16,3

J. v. Schroeder untersuchte Regenwasser in einer rauchigen Gegend (Tharandt) und einer weniger von Rauch heimgesuchten

---

[1]) Die „Verunreinigung der Gewässer“, Berlin 1899, 2. Aufl. I, S. 3. Vergl. auch N. H. J. Miller, „Über den Gehalt des in Rothamstedt gesammelten Regenwassers an Chlor und Stickstoff (in Form von Ammoniak und Salpetersäure)“, Proc. of the Chem. Soc., Vol. 18, Vol. 250, No. 88, 89.

[2]) Jahrb. d. Chem., 1852, 751; 1853, 707.

[3]) F. Fischer-Göttingen, „Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung u. Beurteilung“, Berlin 1902, 3. Aufl., S. 5 u. 6.

(Grillenburg). Dabei fand er als Jahresmittel auf den Liter Regenwasser Milligramm:[1])

	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Schwefelsäure	Phosphorsäure
Rauchgegend	0,53	0,74	0,61	0,21	1,84	0,23
Waldgegend	0,54	0,85	0,76	0,17	0,86	0,09

Durch die Winde — Folgen der Temperaturgegensätze im Luftmeer — werden nicht bloß vulkanische Aschen, sondern auch Sand- und Staubmassen sedimentären Ursprungs, organischer Detritus, Bakterien, Sporen usw. oft auf große Entfernungen weggetragen: Staub-, Blutregen. Einfluß des Windes auf die Bodenbewegung (Abtrag des Karstes, Wanderdünen [Flugsand]), die Zufuhr von Fermenten in den Dorfteich, die Verbreitung von guten und schlechten Bakterien u. a. m. — Wellenschlag. Abtragung der guten Uferpartien, Sedimentierung suspendierter Stoffe in Stau- und bewegtem Wasser.

Ein derartiger, am 7. März 1898 im Harz gefallener rötlichgelber bis bräunlicher Staub vulkanischen Ursprungs (?) (0,136 bis 0,075 g in 1 l Schneewasser) war nach Hampe[2]) folgendermaßen zusammengesetzt:

	Glühverlust %	In der geglühten Substanz							
		SiO_2 %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	P_2O_5 %	CaO %	MgO %	K_2O %	Na_2O %
Feiner, abschlämmbarer Teil . . .	20,10	58,70	3,96	28,25	0,17	1,76	2,45	nicht bestimmt	
Gröberer Teil . . .	20,00	59,55	7,63	25,56	0,22	1,19	2,48	2,66	1,06

Im allgemeinen und im Durchschnitt des Jahres wird man nach J. Koenig (a. a. O., I, S. 11) für Deutschland annehmen können, daß von den gefallenen Niederschlägen $^1/_3$ verdunstet, $^1/_3$ abfließt, der Rest im Boden versickert.

Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt uns, daß die Durchlässigkeit eines Bodens von der Größe und Gleichmäßigkeit der Krümelung der einzelnen Bestandteile derart abhängig ist, daß die pulverförmigen Arten am schlechtesten leiten.

---

1) J. Koenig a. a. O., S. 3.

2) Naturw. Rundsch. 1898, S. 285.

(Verschlicken der Rieselfelder durch winzige Tonpartikelchen, des Sandes in tieferen Heideschichten durch reduzierte organische Substanzen [Ortsteinbildung]. Tonböden sind stets undurchlässig feucht, daher schwer zu kultivieren, träge.) — Je besser bearbeitet, gelockert ein Boden ist, desto durchlässiger pflegt er einmal zu sein, desto geringere Wassermengen werden gleichzeitig aus ihm (bei krümeliger Oberfläche) verdunsten.

Eindringen des auftropfenden Wassers in den Boden in Zentimetern (nach Wollny).[1])

Nach Stunden	Quarzsand			Quarzsand (0,01 bis 0,071 mm[2]))			Lehmpulver < 0,25 mm	Lehmkrümel		Bodenkonstituenten		
	0,01 bis 0,071 mm	0,071 bis 0,114 mm	0,114 bis 0,117 mm	locker	dicht	sehr dicht		0,5 bis 1 mm	6,75 bis 9 mm	Quarz	Humus	Ton
0,5	23,5	58,0	100 +	14,0	11,0	9,9	6,9	12,0	12,3	8,8	3,2	3,0
1	35,0	97,5	—	20,3	15,5	14,2	10,9	25,7	24,8	13,0	4,6	3,9
2	52,0	—	—	31,2	22,9	20,4	15,4	51,9	49,5	19,5	6,2	5,0
4	76,0	—	—	47,5	33,0	29,0	22,6	100,2	99,9	24,8	8,4	6,6
ca. 7	100 +	—	—	69,2	44,2	38,8	27,9	—	—	39,2	12,9	9,8
„ 10	—	—	—	80,0	54,9	46,0	34,9	—	—	47,0	16,4	10,9
„ 24	—	—	—	—	80,0	67,7	57,1	—	—	65,7	18,3	17,0
„ 48	—	—	—	—	—	80 +	87,2	—	—	90,9	25,8	24,8
„ 72	—	—	—	—	—	—	100 +	—	—	—	33,9	30,7

— Einfluss der durch die Sprosspilze hervorgerufenen „Ackergare",[3]) der Tätigkeit der Regen-

[1]) „Untersuchungen über die kapillare Leitung des Wassers im Boden"; Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphysik, Bd. 7, Bd. 8; Mitscherlich a. a. O., S. 200.

[2]) Korngröße.

[3]) S. hierüber den interessanten Aufsatz von Riecke, „Wiener landw. Ztg." 1906, Nr. 16, S. 146 u. 147, sowie E. Wollny-München, „Neuere Forschung. a. d. Geb. d. phys., chem. u. bakt. Vorgänge i. Bod." Arb. d. Deutsch. Landw.-Ges., 36, 1898, S. 84 ff. Nach Riecke erscheint es fraglich, ob bei der Ackergare wesentlich physikalische oder biologische Momente maßgebend sind, doch deuten die Beobachtungen von Suringar auf Java entschieden auf die Sproßpilze hin. — Über die Tätigkeit der Regenwürmer in der Ackerkrume s. Ch. Darwin, „The formation of vegetable mould", London 1881.

würmer, Maulwürfe,[1]) tief wurzelnden Pflanzen, von Bodenmischungen, Drains[2]) u. a. m. auf die Lockerung und dadurch die Durchlässigkeit des Bodens. —

Aufplatschender Regen (besonders Hagel) vernichtet die Krümelstruktur des Bodens, schwemmt ab. Guter Einfluß des Waldes auf die Verteilung des Regens; schlimme Folgen der Entwaldung, Waldstreunutzung,[3]) auch für die Gewässer. Nach Credner[4]) entführt beispielsweise die Elbe aus Böhmen jährlich etwa 1169 Millionen kg fester Bestandteile! Versanden der Flüsse und Bäche (Odergebiet) und dadurch Vernichtung der Lebensbedingungen nicht bloß von Untergrundtieren (Krebs, Unio, Anodonta), sondern auch von Bodenlaichern (Lachs, Quappe, Felchen), Verschlämmen produktiver Schichten u. a. m.

Wie groß die Mengen der durch die Flüsse fortgetragenen Schwebestoffe und gelösten Substanzen und deren Schwankungen sein können, zeigten Spring u. Trost[5]) durch eine Untersuchung der Maas bei Lüttich. Von dem im Flußgebiet gefallenen Regen gelangten durch die Maas zum Abfluß im Januar 84,16, im Juli 45,74 %. Das Wasser enthielt:

höchster Gehalt . . .	416,96 g Schwebestoffe,	279,0 g gelöste Stoffe
niedrigster Gehalt . .	1,79 g „	86,2 g „ „

Die absoluten Mengen der von der Maas in einem Jahre (1882 bis 1883) bei Lüttich vorbeigeführten Stoffe berechnen sich wie folgt:

organ. Stoffe	susp. unorg. Stoffe	gelöst. unorg. Stoffe
21 844 354 kg	238 191 417 kg	1 081 884 322 kg

Von den wichtigsten Bestandteilen wurden vorbeigeführt **Kilogramm:**

Silikate	Gips	Chlor-natrium	Magnesium-karbonat	Chlor-magnesium	Calcium-karbonat
189450461	200574450	58074646	10137636	108745923	614074482

Daß die Verhältnisse in anderen Strömen ähnlich liegen, ergeben die Untersuchungen von E. Egger für den Rhein,[6])

---

[1]) Mitteil. d. D. L.-G. 1904, St. 23.
[2]) E. Wollny a. a. O., S. 57 ff.
[3]) Mitt. d. D. L.-G. 1904, St. 4, 16, 23.
[4]) „Elemente der Geologie“, Leipzig 1878.
[5]) Ann. de la Soc. géol. de Belgique, 1884, 11, 123.
[6]) Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde, 1885, Heft 6 ff.

Wolfbauer[1]) für die Donau bei Wien und Ballo[2]) für die Donau bei Budapest, in Verbindung mit den Zusammenstellungen von J. Koenig.[3])

Nach Dafert enthielt 1 l eines austretenden Bodenwassers: 0,048 g Kiesel-, 0,031 g Phosphorsäure, 0,128 g Kalk, 0,115 g Kali.

Ein von Wolff analysiertes Drainwasser aus der Nähe von Möckern lieferte im Liter: 0,027 g organische Substanz, 0,219 g Calciumkarbonat, 0,031 g Magnesiumkarbonat, 0,0025 g Kaliumkarbonat, 0,019 g Natriumkarbonat, 0,023 g Chlornatrium, 0,012 g Natriumsulfat, 0,008 g Eisenoxyd und Tonerde, 0,007 g Kieselsäure, Spuren von Phosphor- und Salpetersäure, 0,99 g Kohlensäure.[4])

Auf welche Weise kommt das Wasser zu diesen Beimengungen wichtiger Stoffe? — „Quellen und Bäche der Urgebirge stammen aus Gesteinen, welche aus feuerflüssigem Zustande erstarrt und kristallinisch geworden sind, und deren Härte und chemische Zusammensetzung derart ist, daß sie von dem durchsickernden und sich zwischen ihnen ansammelnden Wasser, sowie von den eindringenden Gasen, Luft und Kohlendioxyd, kaum angegriffen werden. Sie geben daher an den schnell enteilenden, rauschenden Bach wohl mechanisch abgerissene Sandteile, aber äußerst wenig gelöste Substanzen ab, auch die Gase finden wenig Zeit, sich zwischen die heftig bewegten Teile einzulagern. Deshalb ist solches Wasser meist sehr klar und sehr rein.“ — Als Zusammensetzung eines derartigen Wassers notierte ich gelegentlich Milligramm im Liter: 2,8 organische Substanz, 3,4 Kalk, Phosphorsäure, Salpetersäure nicht nachweisbar, Ammoniak fehlt, Kali Spur, Eisen 6,8. — „Die abgerissenen Gesteinsteile erfahren in der Ruhe der Ebene und unter der Einwirkung der Wurzeltätigkeit der Gewächse aber weitere Zersetzungen, werden von den Pflanzen gelöst und aufgenommen und in veränderter Form, gemischt mit verrotteter Pflanzensubstanz, als Humus wieder abgeschieden oder durch gegenseitigen Druck und verbindende Schlammassen zu ge-

---

[1]) Monatshefte, Chem. 1883, S. 417; W. berechnet, daß die Donau bei Wien täglich 15 000 t Schlamm und 25 000 t gelöste Stoffe vorüberführt.

[2]) Ber. deutsch. chem. Ges., 1878, 11, 491; die Donau führt täglich 50 000 t Schlamm bei Budapest vorüber.

[3]) „Die Verunrein. d. Gewäss.“, 2. Aufl., Berlin 1889, I, S. 7.

[4]) Über die Zusammensetzung von Quell- und Brunnenwässern s. F. Fischer, „Das Wasser“, Berlin 1902, 3. Aufl., S. 6 ff., sowie S. 30.

schichteten Gesteinen (Sedimentgesteinen, Schiefer) verdichtet. Es ist natürlich, daß diese aus Trümmern entstandenen Massen von dem langsamer fließenden Wasser der Ebene, welches überdies mehr Kohlendioxyd gelöst enthält, leichter zersetzt und in Verbindungen übergeführt werden, welche in reinem oder kohlendioxydhaltigem Wasser leichter löslich sind."[1])

Je mehr ein Gestein verwittert ist, eine desto größere Angriffsfläche wird es dem Wasser darbieten. — Gang der Verwitterung: Zuerst erzeugen die Sonnenstrahlen durch rasche Erwärmung und Abkühlung selbst in den festesten Gesteinen Haarspalten, sowie bei den aus verschieden gefärbten Bestandteilen zusammengesetzten infolge der ungleichen Ausdehnung und Zusammenziehung der einzelnen Komponenten eine Lockerung des Gefüges. In den so entstandenen Rillen bzw. auf der besonders im Winter rauh gewordenen Oberfläche siedeln sich Bakterien, Flechten, Moose, später höhere Pflanzen, schließlich Bäume (Sträucher) an. Lösung von Mineralien durch die Wurzelsekrete derselben,[2]) — besonders von Bakterien und gewissen Schimmelpilzen,[3]) — Abgabe von Kohlensäure, Gerb-, Humussäuren an das Wasser. „Licht auf die Frage, woher die erste sich auf kahlem Felsgestein ansiedelnde Vegetation ihren Stickstoffbedarf bezieht, wirft eine Beobachtung von Behrens. Dieselbe wurde veranlaßt durch die im Weinbau bekannte Erfahrungstatsache, daß im Wachstum zurückgehende Weinberge ganz auffallend und weit mehr als durch eine Düngung mit Stallmist oder Kunstdünger gekräftigt werden, wenn man Steine in oder auf den Weinbergsboden bringt. Dieses Verfahren wird im Rheingau und an der Mosel mit je einer Schieferart, in Nierstein mit Rotliegendem, im badischen

---

1) Max Vogtherr, „Die Chemie" (Hausschatz des Wissens). Neudamm, S. 136.

2) Dietrich, „Jahrb. ü. d. Fortschr. d. Agrikulturchem.", VI. Bd., S. 1, Verh. d. Ges. Deutsch. Ärzte u. Naturf., Düsseldorf, 1898, II, 1, S. 129, Jahrb. d. D. L.-G. 1899, S. 468 ff., Abb. 1—4.

3) So sind nach A. Koch-Göttingen, „Mitteil. d. D. L.-G." 1906, St. 10, S. 114, Bakterien und andere Organismen an der Lösung der P_2O_5 in d. Düngemitteln hervorragend beteiligt, dasselbe vermutet Brandt für die Kalkschalen und Kieselpanzer (Verh. V. Int. Zool. Kongr., Berlin 1901, Jena 1902, S.-A. S. 5), Citromyces Pfefferianus und glaber bilden Zucker in Zitronensäure um (Wehmer, Sitzb. Ak. d. Wiss., Berlin 1893, „Beitr z. Kenntn. einh. Pilze I", Hannover u. Leipzig 1893).

Taubertal sogar mit Kalkstein ausgeführt, so daß die chemische Zusammensetzung der Steine dabei ziemlich gleichgültig zu sein scheint, und demnach die günstige Wirkung nicht einfach auf chemischem Wege zu erklären und auf Rechnung des in den Steinen etwa enthaltenen Kaliums, Phosphors oder Kalkes zu setzen sein dürfte.

Behrens fand nun auf solchen Kalksteinen, die zu dem gedachten Zweck in den Weinbergen des badischen Taubertales verwendet werden, üppige Kulturen von Clostridium Pasteurianum vor."[1]) — Außerdem haben verschiedene Pilze und die Cyanophyceen die Fähigkeit, atmosphärischen Stickstoff zu assimilieren. — Bei der Nitrifikation wird nach Hüppe[2]) auch bei Ausschluß von Sonnenlicht durch die Verbrennung von Ammoniak die Energie gewonnen, mit der die Kohlensäure zerlegt werden kann. Der Kohlenstoff derselben dient zur Bildung polimersationsfähiger Produkte, aus deren Synthese mit den Stickstoffverbindungen dann das Eiweiß aufgebaut wird.[3]) Bildung einer humosen Schicht und in derselben wieder von Kohlensäure in größeren Mengen, Ammoniak, Nitriten und Nitraten. Sie alle befähigen das Wasser, eine ganze Anzahl von Stoffen zu lösen, welche es im reinen Zustande nicht bewältigen konnte. — Der Humus saugt nicht bloß gierig Wasser auf, sondern verhindert auch dessen Verdunstung, daher Sprengwirkung des Frostes.

In reinem Wasser sind nur wenige Mineralien löslich:[4]) Steinsalz in etwa 3, Gips in 460 Teilen, Kalkstein erfordert dagegen schon, je nach der Struktur, 900 bis 3000 Teile eines kohlensäurehaltigen Mediums. Von diesem letzteren werden ferner die Silikate von Kalk, Eisenoxydul, Manganoxydul, Kali und Natron unter Bildung von Karbonaten dieser Basen und freier Kieselsäure zersetzt; schwer in Karbonate zu verwandeln ist das Magnesiumsilikat, ganz unlöslich das wasserhaltige der Tonerde. — Oxy-

---

[1]) A. Koch-Göttingen, „Bodenbakterien und Stickstoffrage", Verh. d. Ges. d. Nat. u. Ärzte, 74. Vers., I, Leipzig 1903, S. 196.

[2]) „Die hygienische Beurteilung des Trinkwassers", Centralbl. f. Bakteriol. III, 1888, Nr. 13.

[3]) Winogradski, „Annales de l'Institut Pasteur", 1890, Bd. IV, S. 269, 275. Godlewski, „Anzeig. d. Akad. d. Wiss.", Krakau, Dezemb. 1892.

[4]) Nach Dafert, „Kleines Handbuch der Bodenkunde", Neudamm 1886, S. 107 ff., v. Lorenz u. a.

dation — Reduktion (Eisensalze) — Umwandlung wasserfreier in wasserhaltige Verbindungen, Silikate. (Das Kieselsäureanhydrid SiO_2 bildet häufig mit H_2O wasserlösliche Kieselsäure SiO_4H_4, Metalloxyde, Anhydrid in Gips u. a. m.) — Die ursprünglich als Einschlüsse (im Liparit, Syenit, Trachyt usw.) vorhandenen Apatitnädelchen ($3\ Ca_3P_2O_8 + CaFe_2$), wie die Phosphorsäure des Osteolith, gehen im Wasser zwar in Lösung, werden jedoch sehr bald wieder abgesetzt, bzw. durch Eisen gebunden. (Phosphorsäuregehalt der Ackerkrume, der Gewässersohle, Vivianitlager etc.).

So entstehen die Mineralsolutionen. Dieselben können enthalten: Kieselsäure, kohlensaures Natrium, kohlensaures Kalium, doppeltkohlensauren Kalk, doppeltkohlensaure Magnesia, schwefelsauren Kalk, schwefelsaure Magnesia, kohlensaures bzw. schwefelsaures Eisenoxydul, Chlornatrium usw. Ihr Schicksal kann sein:

1. Sie kommen unverändert und ohne selbst Veränderungen ausgeführt zu haben, als Mineralquellen ans Tageslicht oder in unterirdische Hohlräume, verlieren dort in Berührung mit der Luft Kohlensäure und setzen gelöste Substanzen ab (Tropfsteinhöhlen), oder
2. sie gehen neue Verbindungen ein. Dabei wirken sie in hervorragendem Maße zersetzend, weniger aufbauend.

Hierbei ist die durch die folgende Tabelle von Ramann[1]) illustrierte Steighöhe des Bodenwassers sehr wohl zu berücksichtigen.

Tiefe der Bodenschicht:	Wassergehalt eines Diluvialsandes in Volumprozenten am:				
	27. April	14. Mai	24. Mai	24. Juni	24. August
Oberfläche	13,34	23,28	7,79	9,99	8,88
20—30 cm	10,43	8,97	5,20	5,48	3,97
40—50 cm	7,04	8,19	4,79	4,36	2,55
60—70 cm	4,96	6,93	5,62	5,15	2,66
80—90 cm	9.36	7,39	6,35	6,15	3,53
100—110 cm	8,65	16,21	8,28	10,87	3,75
120—130 cm	6,92	23,27	20,52	14,04	4,16
140—150 cm	?	24,37	24,52	25,05	4,62
160—170 cm	27.80	25,03	25,83	25,20	10,09
180—200 cm	29,65	26,30	27,10	31,10	16,85

[1]) „Forschung a. d. Geb. der Agrikulturphysik", Bd. 11, S. 327.

Nach Wollny[1]) steigt das Wasser um so schneller in einem Boden auf, je feiner bis zu einer gewissen minimalen Größe seine Körner sind. Darüber hinaus (also bei Pulverform) hat infolge des xmal größeren Reibungswiderstandes jedoch das umgekehrte Verhältnis statt. Es wird also der Humus langsamer als Quarz, und Ton wieder schlechter als Humus leiten.

Ferner ist das Ansteigen des Wassers im Boden von seiner durch die Temperatur bedingten spezifischen Zähigkeit abhängig. Dieselbe beträgt[2]) bei:

0° C = 100,0	15° C = 63,6
5° C = 84,6	20° C = 56,2
10° C = 73,3	25° C = 49,9

demgemäß muß das Wasser bei 25 ungefähr noch einmal so schnell aufsteigen als bei 0° C.

Einfluß auf das Ansteigen der Flüssigkeit im Boden haben endlich auch die in ihr gelösten Salze. Für die Abhängigkeit der spezifischen Zähigkeit (z) von der Konzentration hat uns Arrhenius folgende Formel gegeben: $z = A^x$ (A spezifische Zähigkeit des Salzes bei der betreffenden Temperatur, x die Konzentration der Lösung).

Spezifische Zähigkeit (A) einiger Salzlösungen bei 25° C.[3])

Salpetersaurer Kalk . . .	1,117	Salpetersaures Kali . . .	0,975
Chlorkalk	0,978	Schwefelsaures Kali . .	1,105
Chlorkalium	0,987	Schwefelsaure Magnesia .	1,367
Chlormagnesia	1,202	Salpetersaures Natrium .	1,066
Chlornatrium	1,097	Schwefelsaures Natrium .	1,229

Die kohlensauren Alkalien der Bodenflüssigkeit zersetzen leicht kieselsauren Kalk, schwer Magnesiumsilikat. Die dabei entstehenden kieselsauren Alkalien gehen sofort wieder neue Reaktionen ein, bilden beispielsweise mit $CaSO_4 = CaSiO_3$ und Na_2SO_4; kieselsaures Kali liefert mit Chlornatrium = Chlorkali und Natriumsilikat. — Die Alkalisilikate (Feldspat) werden bei längerer Einwirkung von doppeltkohlensaurer Magnesia zu Magnesiumsilikat und kohlensaurem Alkali ($Na_2CO_3 + H_2O$), sie zersetzen ferner doppeltkohlensaures Eisenoxydul unter Bildung von Eisenoxydul-

1) Ebenda Bd. 7, S. 269 ff.

2) Landolt und Börnstein, „Physik. chem. Tabellen", 3. Aufl., Berlin 1905.

3) Landolt und Börnstein, a. a. O.

silikaten und Alkalikarbonaten, speziell Natronsilikate bilden mit doppeltkohlensaurem Kalk kohlensaures Natron, kohlensauren Kalk und Kieselsäure, wobei teils wasserlösliche Kieselsäure, teils Quarz entsteht. — Kieselsaurer Kalk gibt mit schwefelsaurer Magnesia SiO_3Mg und $CaSO_4$. — Alkalisulfate werden von organischen Substanzen zu Schwefelverbindungen reduziert ($K_2SO_4 + H_8 = 4H_2O + K_2S$); die Schwefelalkalien zerlegen Eisenoxydulkarbonat unter Bildung von Schwefelkies. Wenn sonach Wässer zusammenkommen, welche Kalksulfat, doppeltkohlensaures Eisenoxydul und organische Substanzen enthalten, kann Pyrit (FeS_2) entstehen u. a. m. Diese im voraufstehenden geschilderten Verhältnisse werden treffend illustriert durch die folgende Tabelle von Reichardt.[1]) Derselbe fand, je nach den Gebirgsbildungen, in welchen es seine Entstehung nimmt, im Liter Quellwasser Milligramm:

Gebirgsformation	Abdampfrückstand	Organische Substanz	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Talkerde	Härte
Granit	24,4	15,7	0	3,3	3,9	9,7	2,5	1,27
Melaphyr	160,0	19,2	0	8,4	17,1	61,6	22,5	9,31
Basalt	150,0	1,8	0	Spur	3,4	31,6	28,0	6,08
Tonsteinporphyr	25,0	8,0	0	0	3,4	5,6	1,8	0,81
Tonschiefer	120,0	0	0,5	2,5	24,0	50,4	7,3	6,06
Bunter Sandstein	225,0	13,8	9,8	4,2	8,8	73,0	48,0	13,96
Muschelkalk	325,0	9,0	0,21	3,7	13,7	129,0	129,0	16,95
Derselbe dolomitisch	418,0	5,3	2,3	Spur	34,0	140,0	65,0	23,10
Gipsquelle bei Rudolstadt	2365,0	Spur	Spur	161,0	1108,3	766,0	122,5	92,75
							$Fe_2 + Al_2O_3$	MgO
Porphyr, Gneis, Quader I a	68,2	54,0	—	8,5	9,8	14,4	1,2	0,7
Porphyr, Gneis, Quader I b	67,0	47,4	—	8,7	17,5	10,0	1,5	2,5
„ „ „ II a	67,4	56,4	—	5,1	11,5	11,1	2,3	0,9
„ „ „ II b	72,4	54,0	—	8,3	10,9	10,4	2,5	3,9

Hiernach nimmt das Wasser aus den ältesten geologischen Schichten am wenigsten, das aus Kalksteinschichten am meisten Bestandteile (vorwiegend Kalk) auf. — Um zu zeigen, wie wenig sich die Verhältnisse auch beim längeren Lauf im Bach ändern, habe

[1]) „Grundlagen zur Beurteilung des Trinkwassers", 1880, S. 33.

ich unter dem Strich die Wasserproben aus einer Quelle im Tiefen Grunde bei Tharandt (I) vom August 1900 (a) und April 1901 (b) den gleichzeitig entnommenen Proben aus der Wilden Weißeritz (IIa und b) gegenüber gestellt.[1])

Solchergestalt erhalten wir die für Fischereizwecke ertragreichsten Zuflüsse, deren Produktivität natürlich genau in dem Maße noch steigt, in welchem sie von dem um- und anliegenden Gelände die durch physikalische, chemische und biologische Prozesse gelösten bzw. produzierten Nährstoffe aufnehmen können; daher der hohe Wert der jetzt leider durch die Kultur der Flächen unmöglich gemachten Frühjahrs- und Herbstüberschwemmungen, die sich in vielen Fällen direkt ziffernmäßig belegen lassen und bei größeren Objekten sehr ansehnliche Summen repräsentieren.

Als Quelle der in den Wässern vorhandenen, mehr oder minder beträchtlichen Nährstoffmengen kommt, ganz abgesehen von den immer nur für die Minderzahl geltenden Abwässern der Siedelungen, Wohnungen und Gehöfte, einzig der vom Tropfen durchsickerte Boden in Betracht, daher Wichtigkeit der Regenmessungen, der Untersuchung der durch die Drains und Quellen geförderten Wassermengen in quantitativer wie qualitativer Beziehung. Einschneidende Unterschiede zwischen nackter und mit Pflanzen bestandener Erde,[2]) dem durch das Wurzelsystem der Pflanzen bedingten Aufsaugungsvermögen, der Beschattung, Bodenbearbeitung u. a. m. zunächst auf die Nitrifikation, dann auf die Auswaschung der Stickstoffverbindungen und Mineralsubstanzen. Gleiche Verhältnisse vorausgesetzt, ist die Auswaschung der Nitrate am größten auf Ödland,[3]) dann auf allen

---

[1]) H. Sertz-Tharandt, „Allgem. Fisch.-Ztg.“ 1903, Nr. 16, S. 300 ff.

[2]) So fand Dehérain (Annal. agronom. Bd. 23, S. 241) folgende Daten:

	Stickstoffverluste pro Hektar (Drainwasser) kg:
Brache unbearbeitet	209,1
„ wiederholt umgegraben . . .	220,2
Beim Anbau verschiedener Früchte . .	2,6—33,2

[3]) Vergleiche außer den älteren Untersuchungen N. H. J. Miller, „Über die im Drainagew. v. unbeb. u. unged. Feld. enthalt. Meng. Chlor u. N.“ i. Proc. of the Chem. Soc., 18, Nr. 250, S. 89 u. 90. „Das Drainagewasser der auf dem Bernfeld in einer Tiefe von 1/2, 1 und 1 1/2 m angebrachten Drainageröhren ließ während der letzten 24 Erntejahre eine Höhe von 360 bzw. 373 und 36 mm erkennen, welche Mengen ungefähr

abgeernteten Flächen bei hoher Temperatur, am geringsten auf den mit flach- und tiefwurzelnden Pflanzen im innigsten Gemisch bestandenen, intensiv beschatteten Wiesen- und Gemengflächen.[1]) Was speziell den Wald anlangt, so sehen wir die Kiefer selbst auf den magersten Sandböden der Mark, von Hannover, Schlesien u. a. m. noch gedeihen. Trotzdem diese Böden ungemein tätig sind und eine starke Auswaschung derselben durch den Tropfen stattfindet, sammelt sich im Laufe der Zeit doch soviel Humus und vor allem Stickstoff an, daß die Bauern nach Niederlegung des Waldes einige Jahre Hafer und Kartoffeln ohne Dung bauen können, und daß der Wald, selbst bei öfterer Entführung der Streu, wie sie dort leider gang und gäbe ist,

---

50,0 bzw. 53,2 und 50,1 % der während der gleichen Periode gefallenen Regenmasse ausmachen würden. Die größte bzw. geringste Menge entfällt auf die Monate November bzw. Juni. Der durchschnittliche Stickstoffverlust (in Form von Salpetersäure) durch das Drainagewasser belief sich auf mehr als 33,75 kg pro Jahr und Hektar, und ging der weitaus größte Teil dieser Menge während der Monate Oktober, November und Dezember verloren. Der jährliche Stickstoffverlust dagegen unterliegt sehr großen Schwankungen, entsprechend der Verteilung und Menge des gefallenen Regens und damit auch entsprechend der Menge des Drainagewassers. Es läßt sich aber auch kaum sagen, ob in dem einen oder anderen Jahre eine stärkere Nitrifikation stattgefunden hat. Dasjenige Feldstück, dessen Drainageröhre in einer Tiefe von $1/2$ m lag, soll im Jahre 1870 ca. 6750 kg Stickstoff pro Hektar enthalten haben, von welcher Menge sich jedoch nur ungefähr 15 % in Drainagewasser wieder vorfanden, im dritten Falle dagegen, bei welchem sich die Drainageröhre in einer Tiefe von $1 1/2$ m befand, belief sich der Verlust durch das Drainagewasser nur auf 6,5 % des Gesamtstickstoffgehaltes des Bodens. Zu diesen Verlusten kommt freilich außerdem auch noch ein solcher an Kalk hinzu, welcher sich auf über 12,76 kg pro Hektar und für 40 mm Drainagewasser belief. Immerhin ein Verlust, der sicherlich auch nicht ohne Einfluß auf die Umsetzung der organischen Substanz im Boden ist. Der durchschnittliche Chlorgehalt des Drainagewassers entsprach ungefähr dem gleichen Chlorgehalt des Regenwassers, ist jedoch in den einzelnen Jahren immerhin gewissen Schwankungen unterworfen. Während der 24 Versuchsjahre hatten die Böden, je nachdem die Drainageröhren in einer Tiefe von $1/2$, 1 oder $1 1/2$ m lagen, von den ihnen durch den Regen zugeführten Chlormengen 7,88 bzw. 19,67 und 16,20 kg pro Hektar absorbiert."

[1]) E. Wollny „Neuere Forschungen a. d. Geb. der phys., chem. u. bakt. Vorgänge im Bod.", Arb. d. Deutsch. Landw.-Ges., Heft 36, S. 83 u. 84.

im großen ganzen doch keine Bodenmüdigkeit zeigt. — Wie werden nun solche Stickstoffverluste im natürlichen Verlauf der Dinge wieder ergänzt? Zunächst kommen für die Bäume selbst die Mycorrhizien u. dergl. m. in Betracht, welche ähnlich den Knöllchenbakterien ihren Wirten den atmosphärischen Stickstoff in Form von Eiweißverbindungen zugänglich machen, sodann Schimmelpilze und Cyanophyceen.

„Eine Untersuchung über diese Frage hat Henry ausgeführt und zunächst gezeigt, daß beispielsweise ein Hektar Buchenwald jährlich

in 3000 kg Holz	15—25 kg Stickstoff
in 3000 „ Blättern . . .	30 „ „
in Summa . .	45—55 kg Stickstoff

festlegt.

Er hat dann in Kästen abgestorbenes Laub ein Jahr lang im Walde stehen lassen und nachher konstatiert, daß dasselbe absolut wie relativ so erheblich zugenommen hatte, daß demnach das auf dem Boden des Waldes lagernde Laub im Hektar und Jahr folgende Mengen Stickstoff speichert:

Eichenlaub 13 kg,
Buchenlaub 22 „

Dadurch erscheint die Erhaltung des Stickstoffkapitals im Walde gewährleistet, zumal ja der Regen und Tau dem Boden nicht unbeträchtliche Stickstoffmengen zuführen. — Die Ursache der Stickstoffbindungen in dem abgestorbenen Laub sind nach Henry ebenfalls Mikroorganismen.“[1]) — Außerdem die von Krüger gezeigte günstige Wirkung der Beschattung.

Die Auswaschung der Substanzen verhindern die Kolloidsubstanzen (gewisse Tierreste, Humussubstanzen, kolloidales Eisenoxyd, kolloidale Tonsubstanz und Kieselsäure, zeolithische Silikate). Dieselben quellen, mit dem Wasser in Berührung gebracht, gallertartig auf und absorbieren nach J. van Bemmelen alsdann eine Menge leicht löslicher, wertvoller Nährstoffe mechanisch derart fest, daß zur Auswaschung derselben große Wassermengen nötig sind.[2])

Wie ohne das befruchtende Wasser des Nils Ägypten eine Wüste, die Vormachtstellung von Assyrien, Babylonien usw. ein

---

[1]) A. Koch-Göttingen, a. a. O., S. 197, vergl. a. d. interessanten Versuche von Stenzel-Warmbrunn, „Deutsch. Fisch.-Ztg.“ 1886, Nr. 14.

[2]) E. Wollny a. a. O., S. 82.

Unding gewesen wäre, und wie in der Gobi zugleich mit dem Versiegen des Wassers auch eine alte Kultur mit ungezählten Lebewesen verschwinden mußte — von Italien und Spanien ganz zu schweigen —, ist das innerhalb gewisser Grenzen im Wasser beim Versiegen der befruchtenden Zuflüsse der Fall.

Die Abhängigkeit der Produktivität von der chemischen Zusammensetzung des Wassers zeigen die nachfolgenden Daten sehr deutlich:

1. Gute Teiche.

In einem Liter filtrierten Wassers sind enthalten:

	Priorquelle in Edle Krone-Tharandt (nach R. Linke)[1]	Goldbrunnenquelle Schlaupitz	Quelle in Sammenthin	Quelle im Spreewalde
Liter pro Minute	ca. 200	50	70	120
Organische Subst. mg	34,0	48	54	29
Kieselsäure . . . „	8,4	—	—	—
Phosphorsäure . . „	0,7	1,2	1,1	0,4
Schwefelsäure . . „	10,6	8,3	4,7	3,8
Chlor . . . . . . „	9,3	11,0	14,8	9,4
Kalk . . . . . . „	69,6	84,9	112,2	54,7
Magnesia . . . „	38,2	21,4	26,3	10,7
Natron . . . . . „	18,4	19,6	—	—
Kali . . . . . . „	3,2	6,8	7,4	4,3
Salpetersäure . . „	in nicht bestimmb. Mengen	4,3	6,2	vorhanden
Salpetrige Säure . „		—	—	—
Ammoniak . . . „	geringe Spur	Spur	Spur	vorhanden
Produktivität pro ha	200—250 kg Forellen, 75—100 kg Schleien	200 kg Karpfen und Schleien	150 kg Forellen 150 „ Schleien	130 kg Karpfen und Schleien
Flora und Fauna . .	sehr üppig, viel Gammarus, Pryganiden-, Ephemeriden-larven, Schnecken	viele Insekten- und Mückenlarven, Daphnien, Bosminen	viel Gammarus, Insekten-, Mückenlarven, Schnecken.	viel Bosminen und Cyclops, Grundfauna spärlich

[1]) cfr. auch die interessanten Untersuchungen von H. Sertz über „Die Zusammensetzung des Flußwassers der Wilden Weißeritz (Tharandt), sowie eines Quellwassers in dem dortigen Tiefen Grunde“, Allg. Fisch.-Ztg. 1903, Nr. 16, S. 300 ff., in denen aber leider keine Andeutungen über Fauna, Flora, Produktivität usw. enthalten sind.

2. Mittlere Teiche.

Im Liter Wasser sind enthalten:

	Waldteich, Schlesien 1898	Waldteich, Österreich 1905	Waldteich, Nieder-Österreich 1905	Tümpel, Eidelstedt 1904
Liter pro Minute . .	ca. 120	ca. 100	ca. 100	Himmelsteich
Organische Subst. mg	**96,4**	**14,2**	24,8	34,9
Phosphorsäure . . „	Spur?	0,8	Spur	2,8
Schwefelsäure . . „	20,6	10,4	12,1	16,7
Chlor . . . . . . „	**18,9**	3,6	7,2	12,4
Kalk . . . . . . „	**1,2**	**84,2**	52,4	61,9
Magnesia . . . . „	**0,4**	**29,4**	12,8	5,3
Natron . . . . . „	24,3	8,2	12,7	nicht best.
Kali . . . . . . „	4,6	3,7	3,3	6,6
Salpetersäure . . „	2,1	—	Spur?	vorhanden
Ammoniak . . . „	4,6	—	Spur	„
Eisen . . . . . . „	14,7	8,6	14,9	12,7
Produktivität pro ha	100 kg Karpfen, 30kg Schleien, Byssusepidem.	80 kg Forellen, 40 kg Schleien,	100 kg Karpfen, 30 kg Schleien, 10 kg Zwergwelse	100 kg Karpfen, Schleien und Weißfische
Flora und Fauna . .	Fast keine Pflanzen. — Rotatorien, Bosminen, Cyclopiden spärl., viel Mückenlarven	Characeen, Gammarus, Pryganidenlarven, Schnecken	reichl. einzell. Algen, Spirogyra, Daphnien, Insekten-(Mücken-) Larven	Elodea, viel Insektenlarven Schnecken, Cyclops, Daphnien

3. Geringe und unproduktive Teiche.

Im Liter Wasser sind enthalten:

	Sandteich (Himmelsteich)	Heidetümpel (Himmelsteich)	Heidetümpel	Mistpfütze
Organische Subst. mg	10,8	54,4	20,5	422
Phosphorsäure . . „	—	—	—	0,1
Schwefelsäure . . „	2,4	10,2	8,8	86,4
Chlor . . . . . . „	1,3	8,6	7,1	122,4
Kalk . . . . . . „	1,1	0,6	1,4	23,6
Magnesia . . . . „	0,4	—	0,7	—
Kali . . . . . . „	—	1,4	—	96,4
Eisenoxydul . . „	—	1,2	**21,6**	—
Eisen . . . . . . „	10,6	20,4	—	—

	Sandteich (Himmelsteich)	Heidetümpel (Himmelsteich)	Heidetümpel	Mistpfütze
Ammoniak . . . mg	—	vorhanden	—	reichlich
Schwefelwasserstoff „	—	Spur?	—	„
Produktivität pro ha	50 kg Karpfen	40 kg Karpfen	unproduktiv	—
Fauna und Flora . .	Diatomeen, nam. Cyclops, Daphnia, ein. Insektenlarven	sehr spärlich		Chromatium als Wasserblüte

Verbreitung von Bakterien, Sporen, Eiern usw. durch das Grundwasser. Von einer ganzen Anzahl schädlicher Organismen, von Gärern und Fäulniserregern, wissen wir das (Pettenkofer, Koch, Pfeiffer, Hofer u. a.), wir können das gleiche aber auch von einer Reihe weniger luft(sauerstoff)bedürftiger, guter, besonders auf leichten, durchlässigen Böden, annehmen. Hierher gehören die die Acker- bzw. die Wassergare erzeugenden Sproß-, verschiedene Hefepilze, ferner das von Hiltner[1]) auch für die Erle nachgewiesene Bact. radicicola leguminosarum, endlich die Mycorrhizien[2]) der Nadelhölzer, Eichen, Rotbuchen.

Hierbei werden natürlich die anaëroben Bakterien, die Gärer und Fäulniserreger, sobald sie mit größeren Mengen von Sauerstoff in Berührung kommen, bzw. das Wasser solche während seines Laufes aus der Luft oder dem Boden oder von Wasserpflanzen bzw. überschwemmten Wiesen aufnimmt, überwuchert, unterdrückt,[3]) schließlich auch von den nunmehr zur

[1]) „Über die Bedeutung der Wurzelknöllchen von Alnus glutinosa für die Stickstoffernährung dieser Pflanze", Land. Vers.-Stat., Bd. 46, S. 153. — F. Nobbe u. L. Hiltner, „Über das Stickstoffsammlungsvermögen der Erlen und Eleagnaceen", Nat. Ztsch. f. Land- und Forstwirtsch., 2. Jahrg., S. 366 bis 369.

[2]) cfr. u. a. L. Hiltner, „Beiträge zur Mycorrhizafrage I"; ebenda 1, S. 9 bis 25. — v. Tubeuf, „Beiträge zur Mycorrhizafrage II"; ebenda 2, S. 67 bis 82.

[3]) Über das Ringen der guten und schlechten Bakteriengruppen in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt im Boden s. E. Wollny, „Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildungen mit Rücksicht auf die Bodenkultur", Heidelberg 1897. „Neuere Forschungen auf dem Gebiete der physikalisch-chem. und bakteriolog. Vorgänge i. Boden", Arb. d. Deutsch. Landw.-Gesellsch., Heft 36. 1898, S. 71 ff.,

Geltung kommenden aëroben aufgefressen.[1]) So wird mir berichtet, daß bei den großen Fischsterben in den Teichwirtschaften der Weichselniederung 1899 die Karpfen zentnerweise in dem einen Weiher abstarben, in dem unterliegenden, von demselben verseuchten Wasser gespeisten aber alle am Leben blieben und sehr gut abwuchsen. Nach meiner genauen Kenntnis der einschlägigen Verhältnisse kann ich einzig den um vieles höheren Sauerstoffgehalt des unterliegenden Teiches für jene Erscheinung verantwortlich machen. (Die analogen Erfahrungen von Gasch s. weiter hinten.) Das würde zu der früher von Hofer[2]) bezüglich der Krebspest aufgestellten Hypothese recht gut passen.

Eigenartig sind oft die Wanderungen der Krankheitserreger. So brach in der obersten von den drei an einem nicht verschmutzten, aber infolge der Entwaldung der Gebirge total versandeten Flüßchen gelegenen Teichwirtschaften eine Seuche aus, die sich bald tot lief. Mehrere Jahre später folgte die zweite, während oben und unten alles gesund blieb, endlich trat nach einem zweijährigen Intervall auch in der dritten Wirtschaft die nämliche Seuche auf, um, wie in den anderen, in wenigen Wochen zu erlöschen. Zwei Jahre später setzte jene, sehr abgeschwächt, in den Weihern der obersten nochmals ein; seitdem aber hat sie Ruhe gegeben. Immer traf hier die Seuche in das dritte (letzte) Bespannungsjahr der Teiche, mithin in die Periode der geringsten Selbstreinigungskraft und das Stadium der größten Wucherung der Streu.

Bezüglich der Krebspest bemerke ich, daß in unserem Schwemmteich zu Schlaupitz früher und, wie ich höre, auch jetzt noch häufig Weißfische mit Schuppensträubung[3]) vorkamen, trotz-

---

im Wasser: Rosenberg, Archiv f. Hygiene 1886, 5, 446, v. Pettenkofer, Chem. Ztg. 1890, 14, 855, Münchn. mediz. Abh., V. Reihe, Heft 1, München 1891. Stutzer u. Knublauch, Centralbl. f. allg. Gesundheitspfl. 1894, 13, S. 177 ff. Über die Verhältnisse bei der Umsetzung der Kohlehydrate und der Zersetzung der Rohfaser (Zellulose) im Körper wie in der Miete s. Kellner, „Ernährung der landw. Nutztiere,“ Berlin 1906, S. 14, 78, 90, 93, 128, 231.

[1]) P. Weinrowsky, Zeitschr. f. Fischerei 1905, Heft 1 u. 2, S. 57 ff.

[2]) Allgem. Fisch.-Ztg. 1898, Nr. 17; 1900, Nr. 23 u. a.

[3]) Hofer, „Handb. d. Fischkrankheiten“, München 1904, S. 9 u. 338/339.

dem ist dort nie die Krebspest beobachtet worden, der Weiher sogar stets sehr krebsreich gewesen. In dem direkt unter ihm liegenden, von demselben Wasser gespeisten fehlen, weil er sauerstoffreicher ist und eine größere Selbstreinigungskraft besitzt, Fische mit Schuppensträubung durchaus.

Stoffkreislauf im Wasser.

Reihe A 1: Freier Stickstoff der Luft wird durch Clostridium Pasteurianum Win., Azotobacter chroococcum Bey. in gebundenen Stickstoff,[1]) die durch die Sproß- und Hefepilze vorbereitete organische Substanz wird — wieder durch bakterielle Einflüsse, aber auch chemische Prozesse — zu Stickstoff und Ammoniak, durch Bacter. nitrosomonas Win. weiter in Nitrit- und durch Nitrobacter Win. u. a. in Nitratstickstoff übergeführt.[2]) Caronsches Alinit. Impfungen des Wassers in China durch besonders präparierte Erdklöße. (D. de Thiersant.) Bedingung für die Wucherung der Spaltpilze: **O, CaO**, K_2O, P_2O_5, **Wärme, diffuses Licht,** wie es in dem von Algen bewucherten Dorfteich herrscht.[3]) Die von Wagner a. a. O., S. 215 für die Nitrifikation des Humus ermittelten Zahlen gelten nach Hueppe[4]) u. a. für die organische Substanz des Wassers im vollen Umfange.

Außerdem Überführung von Ammoniak,[5]) vielleicht auch freiem Stickstoff der Luft (des Wassers)[6]) auf rein chemisch-katalytischem

---

[1]) Benecke u. Keutner, „Über stickstoffbindende Bakterien a. d. Ostsee“, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1903, Heft 6.

[2]) Über die Verhältnisse der Nitrifikation im Boden wie im Wasser s. neb. and. den Vortr. von A. Koch-Göttingen, über „Bodenbakterien und Stickstoffrage,“ Verh. Ges. Deutsch. Naturforscher und Ärzte, 74. Vers. Karlsbad, Leipzig, 1903, I. T., S. 183—199.

[3]) H. Buchner, „Über den Einfluß des Lichtes auf Bakterien“, Centralbl. f. Bakt. u. Paras., XI, 1892, XII, 1892; „Über den Einfluß d. Lichtes a. Bakt. u. d. Selbstrein. d. Flüsse“, Arch. f. Hygiene, XVII, 1893 u. a.

[4]) „Die hygien. Beurt. d. Trinkwass.“, Journ. für Gasbel. und Wasservers., 1887, Nr. 11 ff., Centralbl. für Bakteriol., III. 1888, Nr. 13.

[5]) F. Sestini-Pisa, „Bildung von salpetriger Säure und Nitrifikation als chemischer Prozeß im Kulturboden“, Landw. Vers.-Stat. 1904, Bd. 60, S. 103.

[6]) Bonnema, Chemiker-Ztg. 27, S. 148.

Wege in Nitrit- und weiter durch die Nitrobakterien in Nitratstickstoff. — Nitrifikation unter Einwirkung der Elektrizität und namentlich von Induktionsströmen kann, wie im Acker (s. Berthelot, Wagner a. a. O., S. 28 u. a.) die biologische weit übertreffen.

Abhängigkeit der biologischen Nitrifikation a) von der Menge des Nährmaterials, b) der Bakterien, c) der Temperatur. Die salpeterbildenden Spaltpilze erlahmen, vielleicht infolge von Überfütterung (Moore), ähnlich wie verschiedene Schädiger, z. B. das Bac. pestis astaci, im Wasser sehr schnell.[1]) — Während die Selbstreinigungskraft des Wassers den in den Dorfteich gelangenden Massen gegenüber infolge des Überschusses von O^2) und Bakterien ausreicht, versagt sie den von großen Siedelungen, Fabriken usw. produzierten Massen gegenüber aus Mangel an einem von beiden Faktoren oder beiden zugleich vollständig. (Über die anal. Verh. im Boden s. Wollny a. a. O., S. 77.) — Je höher die Wärmegrade, desto rascher, intensiver die Umsetzungen; daher kommt es, daß ceteris paribus, wie A. Hübner mit Recht betont, die gemäßigten Klimate die ertragreichsten sind.

„Dasselbe behauptet Brandt,[3]) er erklärt dieses Faktum durch die Hypothese, daß der Gehalt des Meeres an Stickstoffverbindungen die Stärke der Produktion in erster Linie beherrsche, und daß kältere Meere reicher an Stickstoff seien, weil denitrifizierende Bakterien bei niederer Temperatur wenig oder gar nicht arbeiten sollen. Auf Brandts Veranlassung fand Baur[4]) auch wirklich im Ostseeschlick denitrifizierende Bakterienarten, von denen eine bei 0^0 nicht wächst, während die andere bei dieser Temperatur noch

---

[1]) Gg. A. Moore, Bull. Agric. Depart., Washington, 1904, P. Weinrowsky, Ztschr. f. Fisch., XII, 1/2, S. 55ff.

[2]) S. indessen Winogradsky, „Fixation par les microbes de l'azote libre de l'atmosph.“, Arch. de sc. biolog. de l'Inst. imp. de méd. de St. Petersbourg, III ff., auch Kap. I Nr. XII A, c, Fußnote 4.

[3]) „Üb. d. Stoffwechs. i. Meere“, 1., 2. u. 3. Abh., Wissensch. Meeresunt., Kiel 1899, 1902, 1906. „Über d. demn. beg. int. Unt. d. nord. Meere“, Verh. V. Int. zool. Congr. Aug. 1901, Berlin. „Über d. Prod. u. Produktionsbed. i. Meere“, Wissensch. Meeresunt., Kiel 1905 u. a. m.

[4]) „Über zwei denitrif. Bakt. a. d. Ostsee“, Wiss. Meeresunt., Kiel VI, R. Feizel, „Beiträge z. Kenntn. denitrif. Meeresbakt.“, ebenda, VII, 1903.

etwas arbeitet; beide denitrifizieren aber bei 5° C erheblich langsamer als bei höherer Temperatur.“ (Gemäß den Ermittelungen von Brandt[1]) und Wollny dürfte das Optimum etwa bei 25° C liegen.) „Weiter fand Gran in Beijerincks Laboratorium[2]) im Meerwasser denitrifizierende Bakterien, von denen besonders eine Art aus Nitraten und Nitriten größere Mengen Stickstoff entbindet.“ (A. Koch-Göttingen a. a. O., S. 185.)

Pflanzliche Organismen (Algen, Diatomeen, Flagellaten usw.) brauchen gelösten Stickstoff, bzw. gelöste organische Substanz,[3]) und im Wasser gelöste Mineralstoffe: Phosphorsäure, Kalk, Magnesia, Natron, Kali, Eisen usw., Kohlensäure, bilden organische Substanz, (N haltige, N freie Stoffe [Fette, Kohlehydrate]), Zellulose, produzieren Sauerstoff bzw. Kohlensäure, fressen aber auch mit Vorliebe Bakterien und tragen im Vereine mit Rhizopoden, Infusorien, Würmern, Schnecken u. a. wesentlich zur Selbstreinigung des Wassers bei.[4])

Besonders wichtig ist die Fähigkeit der Algen und anderer grüner Pflanzen, organische Stoffe der verschiedensten Art zu verarbeiten. Essigsäure, Methylalkohol, Butter-, Baldriansäure, Asparagin, Leucin, Tyrosin, Hydantion, Urethan, Kreatin, Betain-, Neurinsalze u. a. m. werden von den Spirogyren, Protococcaceen, Oscillariaceen, Euglenen u. a. in Stärke, von den Diatomeen in Fett verwandelt.[5]) — Chroococcaceen, Dinobrienseen Apsteins.[6]) Erstere um vieles (7 bis 8 mal) reicher an Nahrung als letztere. Verhältnis im Gehalt beider Typen an Salpeter-

---

[1]) K. Brandt, „Üb. d. demn. beg. intern. Unt. d. nord. Meere“. S.-A., S. 4.

[2]) „Stud. üb. Meeresbakt.“, Berg. Mus., Aarbog 1901, Nr. 10.

[3]) O. Loew u. Th. Bokorny, Journ. f. prakt. Chem. 1887, 36, 272, O. Loew, Arch. f. Hygiene 1891, 12, S. 261, Th. Bokorny, ebenda, 1892, 14, 202, 1894, 20, 181, Chem.-Ztg. 1894, 18, 21, Klebs, „Über d. Organis. ein. Flagellatengruppen“, 1, 62, Leipzig 1893, E. Debes, Ztschr. f. wiss. Mikrosk. 1886, 3, J. Koenig a. a. O., 252.

[4]) E. Lemmermann, „Zweit. Beitr. z. Algenflora d. Ploener Seengebiets“, Ploener Berichte IV, 1896, S. 137. Hofer, Handb. d. Fischkrankheiten, München 1904, S. 335, „Üb. d. Vorg. d. Selbstreinig. i. Wasser“, München. Mediz. Wochenschr. 1905, Nr. 47.

[5]) Th. Bokorny, Arch. f. Hygiene, 20, 181, F. Fischer, „Das Wasser“, S. 136.

[6]) „Das Süßwasserplankton“, Kiel 1896, S. 85 ff.

und Kieselsäure nach Brandt und Raben wie 3—12: weniger als 1.[1])

Die Diatomeen scheiden im Wasser unlösliche Kieselsäure ab (sie und eine ganze Anzahl anderer Pflanzen- und Tiergruppen hinterlassen sehr viel Fett [Öl — bis 22 % in der Trockensubstanz], welches entweder oxydiert [Fettsäuren], die Nitrifikation empfindlich schädigt oder, durch die eingeschwemmten Massen verdeckt; unter erhöhtem Druck im Laufe von Äonen zu Petroleum wird). — Wucherung aller Organismen bedingt nach dem berühmten Liebigschen Gesetze durch das „Minimum".

Ausnutzungskoëffizient für die Nährstoffe seitens der Planktonten nach Brandt ein sehr hoher (für die Nitrate beispielsweise über **50 %**), während er bei den Landpflanzen nur niedrig ist.[2]) — Verarbeitung etwaiger Überschüsse durch die denitrifizierenden Gruppen: (organische Substanz in Kohlensäure, Nitrite und Nitrate in Ammoniak bzw. gasförmigen Stickstoff oder Körpersubstanz) die Wasserblütenalgen, Lemnaarten u. a. m.

Die Überlegenheit gelöster agiler organischer Massen und Aschenbestandteile vor den nicht gelösten zeigen die Verfahren der Teichdüngung von Morcinek, v. Zehmen u. a. zur Evidenz. Das Wasser einer Entenpfütze und eines Moortümpels enthalten genau die gleichen Mengen von organischer Substanz, trotzdem produziert die erstere **5000 g** organische Massen, die letztere dagegen oft nur **20 g** pro Kubikmeter. Die in der Entenpfütze gelöste organische Substanz ist ebenso leicht zersetzlich (agil), wie diejenige des Moortümpels resistent.

Unterreihe: Bacter. radicicola leguminosarum (Beijerinckii) und einige Verwandte,[3]) Mycorrhizien u. a., Pilze, vor allem der gemeinste Penicillium glaucum (Frank, Berthelot, Puriewitsch),

---

[1]) Wissensch. Meeresunt. n. F., Bd. IV, Abt. Kiel, S. 228, s. Fußn. E. Raben ebenda, Bd. 8, S. 284 u. 287.

[2]) „Über die Produktion u. Produktionsbeding. i. Meere", wissensch. Meeresunt., 1905, S.-A., S. 8. Über die Wechselbeziehungen zwischen Diatomeen und Kieselsäure, ebenda, S. 6 ff., Beih. z. Botan. Zentralbl. XVI, 3, S. 396 ff.

[3]) Remy-Berlin, „Stickstoffbindung durch Leguminosen", Verh. d. Ges. deutsch. Ärzte u. Naturforsch., 74. Vers. Leipzig 1903, I. T., S. 200—213, K. Knauthe, Österr. Fisch.-Zeitg., Wien, III, 8, S. 139 bis 140. Nach Jahrb. D. L.-G. 1903, S. 136, unterscheidet Hiltner jetzt verschiedene Varietäten von Knöllchenbakterien.

Mucor, Aspergillus, Endococcus, Phoma (Saida), Cyanophyceen (Beijerinck, Graebner, Treub). Hiltners verbessertes „Nitagrin", Moores Reinkulturen. Stickstoff der Luft in Eiweißverbindungen. — Darmtraktus der Tiere, vornehmlich der Cypriniden (?)[1]. — Pflanzen (z. B. gewisse Flagellaten, Fadenalgen, Entenflott u. a. m.?).[2] — Auf diese Verhältnisse ist ganz besonders zu achten!

Niedere Tiere (Rotatorien, Krustazeen usw.) können nach Knörrich, wie die pflanzlichen, nur von gelöster organischer Substanz, **Detritus**[3]) und gelösten Salzen leben, nehmen aber mit

---

[1]) Knauthe a. a. O. Über analoge Verhältnisse beim Warmblüter, vornehml. Wiederkäuer, s. Kellner, „Ernähr. d. landw. Nutztiere", Berlin 1906, S. 23 u. 26.

[2]) Gewiß sind diese Pflanzen, wie H. Neuss, „Allg. Fisch.-Ztg." 1906, Nr. 2, S. 25, sagt, Konkurrenten des Phytoplanktons, doch werden sie durch die Mikrofauna (Schnecken) und namentlich die Schwimmvögel dem Stoffkreislauf wieder nutzbar gemacht. Außerdem zerfallen sie leicht, muten sie also dem Wasser keine große Verdauungsarbeit zu. — Ein besonders scharfer Konkurrent des Phytoplanktons wie des unter ähnlichen Bedingungen wuchernden „Aufwuchses" ist nach Seligo in gewissen armen (Moor-) Gewässern die Lemna trisulca. — Einige Algen (Spirogyra u. a.) wichtig als Produzenten von Traubenzucker, die Lemnaarten wieder als Verarbeiter von Ammoniak, Aufspeicherer von Stickstoff und Erzeuger von großen Mengen agiler organischer Substanz:

	Rohprotein	Rohfett	Stickstoffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Lemna minor					
aus ungedüngtem, schlechtem Teich .	3,1	0,2	5,4	1,9	1,6
„ ungedüngtem, mittlerem Teich . .	4,6	0,3	4,2	1,6	2,7
„ gedüngtem Teich	5,7	0,2	5,2	1,4	2,6
„ Entenpfuhl	7,4	0,2	3,6	1,3	2,2
„ Mistpfütze (ohne Geflügel) . . .	12,7	0,2	3,3	1,2	2,0
Lemna trisulca					
aus Niederungsmoortümpel	5,7	0,4	4,4	1,3	3,3
„ Übergangsmoortümpel (CaO arm) .	4,8	0,4	5,2	1,9	1,8

Siehe auch Kellner a. a. O., S. 282.

[3]) Brandt, „Über allg. biol. Meeresunters.", III. Ber. S.-A. a. die Beteil. Deutschl. a. d. intern. Meeresf., Berlin 1906, S. 47 ff.

Vorliebe pflanzliche Kost (Bakterien, Algen, Diatomeen usw.) auf und erzeugen daraus Fleisch, Fett, Chitin. — Für die höheren außerdem ihrer Fermente wegen wichtig. — Einige, wie die Corethraarten, Wassermilben, diverse Insektenlarven, sind Räuber. — Die von Weißmann,[1]) Klunzinger u. a. gelehrte „Periodizität" dieser Planktonten ist, wie ich zuerst nachgewiesen habe und nunmehr auch Vogel[2]) und andere Praktiker bestätigen, ein durch ungenaue Beobachtungen und durch die Nichtbeachtung der chemischen und physikalischen Vorgänge im Wasser bedingter Trugschluß. Interessant Symbiose des Polypen und Süßwasserschwammes mit der kleinen Alge Chlorella. — Mollusken scheiden Kalk in ihrem Gehäuse ab. — Sie alle verbrauchen mit Ausnahme einiger Insektenlarven den von der Pflanze produzierten Sauerstoff, liefern ihr dafür (außer den Exkrementen) CO_2.

Höhere Tiere, vornehmlich Fische, leben teils von Pflanzen (Grünweidefische??), teils von niederen Tieren (Kleintierfresser?), teils von gemischter Kost. Gepflogenheiten wechseln oft lokal (Döbel, Rapfen), teils rassig (Karpfen, Karausche), wohl auch individuell. **Systematische Untersuchungen der natürlichen Nahrung sehr erwünscht!!** — Raubfische.[3])

Ihre Vermehrung und ihr Wachstum (Produktivität des Gewässers) ceteris paribus bedingt durch die ihnen zur Verfügung stehende Nahrung in quantitativer wie **qualitativer** Hinsicht. Reicht diese nicht aus, so verkümmern, degenerieren, „verbutten" sie; daher schafft innerhalb gewisser Grenzen intensives Befischen die größten Werte (Hübner), daher Untersuchungen der natür-

---

[1]) „Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoiden", Leipzig 1876 bis 1879. O. Zacharias, Ploen. Forschungsb., I, S. 44, II, S. 95 ff., III, S. 129 ff.

[2]) Ausf. Lehrb. d. Teichw., III. Teil, Bautzen 1905, S. 185 u. a., Korr.-Bl. f. Fischz. 1906, Nr. 4.

[3]) Über das Verhältnis der Friedfische untereinander und zu den Raubfischen siehe besonders die interessanten Ausführungen von A. Hübner, „Die Fischwirtschaft", Bautzen 1905, Kap. I. Über die Ernährung der Wildfische usw. s. außer J. Šusta, „D. Ernähr. d. Karpf. u. sein. Teichgen.", Stettin 1888, (2. Aufl. 1906). Frič u. Vávra, „D. Tierwelt d. Unterpocernitzer und Gatterschlager Teiches" S. 123 u. a., von neuesten J. Arnold, „Üb. d. Fischnahr. in Binnengewässern". Verh. V. Intern. Zool.-Kongr., Berlin 1902, E. Zander, Allg. Fisch.-Ztg. 1903, Nr. 19, Fuhrmann, Allg. Fisch.-Ztg. 1905, S. 2, Schiemenz, ebenda, 1905, S. 323 u. a.

lichen Nahrung die Basis jeder Bonitierung und Melioration (Walter, Brandt, Zuntz)[1].

Gleichwie im Meere[2]) sind auch im Süßwasser die in Form von Fischfleisch dem Wasser entnommenen Stickstoff- und Mineralmengen nur ein geringer Bruchteil der durch die Zu- und Abflüsse ein- bzw. weggeschwemmten Quantitäten.[3])

Reihe A 2. Agile organische Substanz, lösliche Salze des Untergrundes. Zu ihrer Entsäuerung und Aufschließung Bewegung und Durchlüftung des Bodens notwendig. Saure Stellen produzieren wie im Felde eine harte, saure Flora, Reduktionsprozesse, daher die günstige Wirkung der zuerst von Gasch eingeführten Teichdrainage. Schlecht durchlüfteter Schlamm bildet die Brutstätte der denitrifizierenden, pathogenen Mikroben, Gärer und Fäulniserreger; durch intensives Befischen, „Pflügen des Wassers“ u. a. m. wird der Schlamm aufgerührt, in Berührung mit dem im Wasser absorbierten Sauerstoff gebracht. Fäulniskraft des Bodens.[4])

Experimentell zu prüfen ist hier die Frage, ob bezüglich der Nitrifikations-, Oxydations- usw. Prozesse ein dicht mit Pflanzen bewucherter Schlamm dem glatten gegenüber nicht ganz bedeutend im Nachteile ist. — A. Hübner rühmt mit Recht die Vorteile einer intensiven Bodenbewegung durch die Netze der Fischer, Gasch u. a. behaupten einen gleich günstigen Einfluß der knetenden Hufe der Tiere, den uns ja auch der Dorfteich eklatant zeigt, der auf Höchsterträge angewiesene Chinese rührt viel im Schlamm, pflügt denselben sogar (s. Kap. II). In der Landwirtschaft heißt es: „In einem mit Pflanzen bedeckten Boden geht der Zerfall, die Umsetzungen der organischen Substanz, ungleich langsamer vor sich als in dem mit einer aus abgestorbenen Pflanzenteilen bestehenden

---

[1]) E. Walter, Ploener Berichte, III, S. 180—187, K. Brandt, „Beiträge z. Kenntn. d. chem. Zus. d. Planktons“, Wiss. Meerunt., Bd. 3, Abt. Kiel 1898, N. Zuntz, D. Landw. Presse 1906, S. 298.

[2]) E. Schulze, „Die Stickstoffversorgung der Pflanze u. d. Kreislauf des Stickst. i. d. Natur“, Landw. Jahrb. d. Schweiz, 2. Bd., 1888, S. 85.

[3]) K. Knauthe, „Die Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 174 ff.

[4]) Remy, Zentralbl. f. Bakteriol., 2. Abt., Bd. 8, 1900, S. 660, Ehrenberg, Landw. Jahrb. 33, 1904, S. 1, Wohltmann, Journ. f. Landw., Bd. 52, 1904, S. 97.

Decke versehenen, während in dem nackten Erdreich fraglicher Prozeß sich am lebhaftesten vollzieht.“ (E. Wollny a. a. O., S. 80. Wirkungen der von Caron empfohlenen Schwarzbrache[1]) u. a. m.) — Jedenfalls geben folgende Daten denn doch zu denken:

25. Juli 1905, 2—3 Uhr nachmittags	Belichtung	Temperatur °C	In 100 ccm Wasser sind enthalten bei 0° u. 760 mm ccm O	CO_2	N	CH_4	NH_3
a) Graben Wilhelmsburg, dicht voll Stratiotes, 1 m tief, Grund . . .	intensiver Sonnenschein	19,2	0,0	2,4	1,4	0,6	reichl.
b) Graben Wilhelmsburg, dicht voll Elodea, 1½ m tief, Grund . . .		18,7	0,1	2,3	1,4	0,7	„
c) Dorfpfütze Wilhelmsburg, ohne Grundpflanzen, 1 m tief, Grund .		21,6	1,2	0,2	1,4	—	—
d) Klarer Bach Wilhelmsburg, stagn., ohne Grundpflanzen, 70 cm tief, Grund		22,7	0,8	0,2	1,4	0,2	—
e) Klarer Bach Wilhelmsburg, stagn., mit Grundalgen, 60 cm tief, Grund		23,4	2,2	—	1,4	—	—

Während in c) und e) so gut wie keine, in d) nur geringe Zellulosemengen lagen, war in a) und b) alles dick voll davon.

13., 14., 15. August 1905, 4—5 Uhr nachmittags	Belichtung	Temperatur °C	In 100 ccm Wasser sind enthalten bei 0° u. 760 mm ccm O	CO_2	N	CH_4	NH_3
Pflanzenloser Tümpel Eidelstedt, vor Befischung (13.), Grund 2 m . . .	Sonnenschein	19,4	0,2	1,4	1,4	0,3	Spur
Pflanzenloser Tümpel Eidelstedt, befischt (14.), Grund 2 m		20,6	0,8	0,4	1,4	0,2	—
Pflanzenloser Tümpel Eidelstedt, zum zweitenmal befischt (15.), Grund 2 m		19,7	0,8	0,2	1,4	0,2	—

[1]) Caron, Landw. Vers.-Stat. Bd. 45, 1895, S. 401, Prot. d. Sitz. Zentralaussch. d. d. Kgl. Landw.-Ges. Hannover, 26. Nov. 1896, S. 124, Jahrb. d. D. L.-G. 1900, 14. Febr. Hiltner u. Störmer, Arb. d. biol. Abt. f. Land- u. Forstw. a. Kaïs. Gesundheitsamt, III, 5, S. 528 ff. s. dagegen Pfeiffer-Breslau, „Stickstoffsamm., Bakt., Brache u. Raubbau“, Berlin 1904, S. 31 ff.

13., 14., 15. August 1905, 4—5 Uhr nachmittags	Belichtung	Temperatur	In 100 ccm Wasser sind enthalten bei 0^0 u. 760 mm ccm				
		°C	O	CO_2	N	CH_4	NH_3
Mit Elodea verwachsener Tümpel Eidelstedt, vor Befischung (13.), Grund 2½ m	Sonnenschein	17,8	0,0	2,2	1,4	0,9	reichl.
Mit Elodea verwachsener Tümpel Eidelstedt, befischt (14.), Grund 2½ m		19,4	0,2	2,0	1,4	0,8	„
Mit Elodea verwachsener Tümpel Eidelstedt, wieder befischt (15.), Grund 2½ m		21,6	0,2	1,7	1,4	0,8	„

Je mehr die einzelnen Bodenpartikelchen des Schlammes bewegt werden, desto mehr werden die in ihnen enthaltenen Stoffmengen auslaugen können, desto mehr kommen sie mit dem im Wasser absorbierten O in Berührung. Infolge davon Oxydationsprozesse und, da kohlenstoffreiche Verbindungen stets vorhanden, Nitrifikation. Diese Bodenbewegung hindern dicht wuchernde Bodenpflanzen aber vollkommen. So kann auch eine unter Wasser gesetzte Gründüngung unter ganz bestimmten Verhältnissen, namentlich auf trägen, kalten Böden, zum guten Teile vertorfen oder aus Mangel an der nötigen Bewegung und Luft faulen, wie das auf Wiesen ja ebenfalls geschieht (E. Wollny a. a. O., S. 77).

Submerse Wasserpflanzen.[1]) Hier als Brutschädlinge Utricularia, Aldrovandia, zwei Fleischfresser,[2]) deren Blasen (s. Fig. 1) von den Chinesen als Mittel zur „Vorverdauung“ der Surrogate benutzt werden. Nach Versuchen von Koenig, Grosse-Bohle u. a. können Elodea, Potamogeton, Myriophyllum, Ceratophyllum ihren Kohlenstoffbedarf in kohlensäurefreier Lösung aus orga-

---

[1]) Siehe hierzu die längst bekannte Ausführung v. R. H. Pond, „The biological relation of aquatic plants tho the substratum“ in U. S. Comm. of Fish and Fisheries, Rep. XXIX, 1905, Allg. Fisch.-Ztg. 1906, Nr. 2, S. 21 ff.

[2]) Emil Walter, „Die Brutschädlinge der Fische“, Neudamm 1899, S. 11 bis 13, Fig. 2a u. 2b.

nischer Quelle decken. (Dasselbe gilt von Salvinia und Lemna.) (J. Koenig a. a. O., II, S. 258.) — Stickstoffsammler? — Niedere Tiere, vornehmlich Würmer, Mollusken, Insektenlarven, Krustazeen. Dreissensia-Larven planktontisch, die Muschel festsitzend und als Unterschlupf der Nahrung bzw. der sehr gefräßigen Egel schädlich.[1]) Interessant die Symbiose zwischen Schnecken, Muscheln und Algen, Rhodeus und Unio. — In pflanzenlosen Moorwässern finden sich neben Limnodrilus, Tubifex, Rhynchelmis, Lophochaeta (Seligo), Chironomus, Culex, Perla, Simocephalus vetulus, Chydorus sphaericus, Cyclops strenuus u. a. (Lemmermann, Marsson). — Asseln, Borstenwürmer, Mückenlarven sehr wenig (Seligo), Gammarus pulex u. a. dagegen sehr sauerstoffbedürftig (Walter). — Der Anteil der Ufer- und Grundfauna an der Fischnahrung, welcher nach Schiemenz überwiegen soll, ist weiter zu untersuchen. — Bei vielen (Insektenlarven usw.) Periodizität.

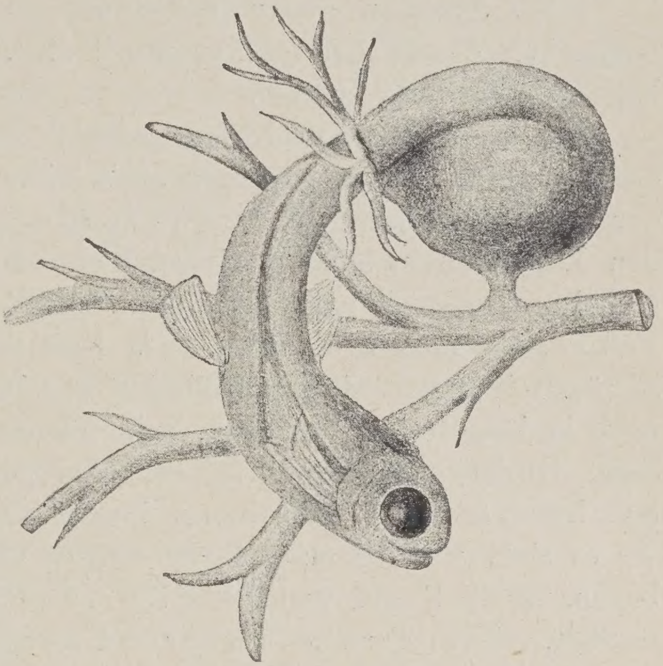


Fig. 1.
Einzelne Blase des Wasserschlauches mit gefangenem Fischchen.

Verarbeitung von Humus, tierischem und pflanzlichem Detritus, Kot und Futterresten,[2]) aber auch von Bakterien, Algen (Diatomeen) „Aufwuchs“, die sie am Grunde, von Steinen usw.

---

[1]) P. Schiemenz, Allg. Fisch.-Ztg. 1902, S. 445. Über die Symbiose zwischen Mollusken u. Algen s. Lemmermann, Ploener Berichte 3, S. 38, über die Wechselbeziehungen zwischen Bitterling u. Malermuschels. A. Olt, Ztschr. wiss. Zool. 55, S. 543 ff.

[2]) Brandt, Wissensch. Meeresunters., n. F. Bd. IV, 1899, S. 227. Hofer, „Über d. Vorgänge d. Selbstrein. i. Wasser“, Münch. Med. Woch. 1905, Nr. 47.

förmlich „abgrasen“,[1]) von submersen Wasserpflanzen[2]) u. a. Einige (Insektenlarven) leben räuberisch. — Neben den Mollusken liefern die Characeen einfach kohlensauren Kalk. Abhängigkeit der Elodea, Chara u. a. von dem Kalkgehalt des Bodens.

Diese Pflanzen gelten daher als „Leitorganismen“ für den Kalkgehalt des Bodens und eventuell die Auffindung von Mergellagern (s. Gruner, Orth).

Als bequemes Anreicherungsmittel der Flächen mit agiler, organischer Substanz, eventuell auch leicht löslichem Stickstoff in der Teichwirtschaft die Gründüngung. Solange der Boden den Leguminosen leicht löslichen Stickstoff bietet — und das ist bei einem rationell nach Dubisch behandelten Schlamm stets der Fall —, nehmen sie jenen auf. Erst wenn diese Quelle erschöpft ist, tritt eine Assimilation des luftförmigen ein.[3]) Die noch in jüngster Zeit vielfach empfohlenen Nichtleguminosen: Senf, Buchweizen, Raps, Rübsen, Spörgel, Ölrettich u. a., sind Stickstoffzehrer. Sie haben infolge davon einzig dort Wert, wo es sich, wie bei einem sehr tätigen und durchlässigen Sandboden, um die Festlegung löslicher Stickstoffverbindungen handelt, die andernfalls während der Sämerung auslaugen würden.[4]) Außerdem nehmen sie, im Gemenge mit Leguminosen angebaut, ähnlich wie der Hafer denselben den Bodenstickstoff weg, reizen jene also zur erhöhten Assimilation. — Zu beachten ist, daß bei diesem Verfahren eine Produktion überschüssiger Mengen von harter, kutikularisierter Zellulose ver-

---

[1]) Diese Verarbeitung der Grundalgen (Diatomeen) durch Mollusken zeigen die Austerkulturversuche von H. F. Moore u. W. N. Blackford in Lynnhaven besonders deutlich (s. „Deutsch. Fisch.-Ztg.“, Stettin, XXVII, Nr. 46).

[2]) Nach Seligo, Mitt. Westpr. Fisch.-Ver., Febr. 1904, Allg. Fisch.-Ztg. 1905, S. 385 dienen die submersen Wasserpflanzen erst dann der Fauna zur Nahrung, wenn sie abgestorben sind. Letztere ernährt sich vielmehr vorwiegend von dem an jenen lebenden pflanzlichen „Aufwuchs“ (Grün-, Kieselalgen, Spaltpflanzen), welche ihrerseits gleich den Planktonten ihre Nahrung den gelösten Substanzen des Wassers entnehmen. Konkurrenz zwischen Lemna, vornehmlich trisulca, Fadenalgen und diesem Aufwuchs.

[3]) P. Wagner, „Die Stickstoffdüngung d. landw. Kulturpfl.“, Berlin 1892, S. 76 ff., 268 ff.

[4]) Wagner a. a. O., S. 266 ff., Wollny a. a. O., S. 80 ff., A. Koch-Göttingen, Mitt. d. D. L.-G., 1906, S. 113 u. 114.

mieden wird (s. Wagner a. a. O., S. 174, Krüger a. a. O., S. 63 ff., Figg. 1—13).

Bedingung für das Wuchern der Leguminosen reichlich Kali und Phosphorsäure (s. d. „Lauchstädter Berichte"). Ihre Ansprüche an den Kalkgehalt des Bodens verschieden.

Wie in A 1 das gelöst, betone ich hier das agil und wasserlöslich bei der organischen Substanz bzw. den Nährsalzen wieder ganz ausdrücklich. Wohl wissen wir, daß Pflanzen und Tiere mit Hilfe von Sekreten oder Hilfsfermenten gewisse Teile der im Wasser unlöslichen organischen und anorganischen Stoffe recht wohl sich zunutze machen können, und es rechnet demgemäß die Landwirtschaft beim Pflanzenbau neben der wasser- mit der zitratlöslichen Phosphorsäure u. a., trotzdem kommt jetzt dort mehr und mehr die Ansicht zur Geltung, „daß die wasserlöslichen Pflanzennährsalze einen viel größeren Wert für die Vegetation besitzen als die unlöslichen."[1]) Das beweist auch die nachstehende Tabelle:

Es wurden geerntet an:	Es wurden sämtliche Nährstoffe in ausreichenden Mengen zugeführt, und zwar davon in wasserlöslicher Form:				
	100 %	50 %	25 %	10 %	0 %
Gerste a)	100	60,4	55,1	38,3	34,8
Gerste b)	100	93,6	71,7	47,3	9,5

Nach Koenig und Haselhoff, Landw. Jahrb., Bd. 23 (1894), S. 1028, und J. Koenig, Landw. Vers.-Stat., Bd. LXI (1905), S. 391.

Insofern sind uns die in neuerer Zeit auch seitens der Praktiker endlich mehr gewürdigten Wasservögel sehr schätzenswerte Bundesgenossen bzw. Hilfstruppen, als sie die vorzüglich von den submersen Wasserpflanzen produzierten, mehr oder weniger schwer löslichen Massen infolge der erstaunlichen Verdauungskraft ihrer Mägen ebenso rasch wie intensiv aufschließen und durch die fortgesetzte „Mahd" ganz wesentlich die Ausbeutung der im Untergrunde lagernden Nährstoffmengen fördern. Dabei entziehen sie den Organismen des Wassers zwar ein nicht unbeträchtliches Quantum von letzteren — neben den meist knapp vertretenen wichtigen Aschenbestandteilen Eiweiß, Fett und Kohlehydrate —,

[1]) Mitscherlich a. a. O., S. 250 ff.

geben dafür aber wieder ihre Stoffwechselprodukte ab. Dieselben sind um so reicher an gelösten Bestandteilen, je besser die Zufütterung ist. — „Die Ente ist die beste Düngerfabrik“, sagt der Chinese nicht mit Unrecht. Eine derartige Umsetzung durch die Mägen der Schwimmvögel ist natürlich dann doppelt wertvoll, wenn, wie Seligo behauptet, die submersen Wasserpflanzen nicht im frischen, lebenden, sondern nur im rottenden Zustande von der Mikrofauna verarbeitet zu werden vermögen (s. a. Rakus und v. Scheidlin). Die Zeit des Absterbens der Vegetation fällt in den Spätherbst bzw. Winter, also gerade in die Periode, wo die Entwickelung und Freßlust der Mikrofauna beträchtlich herabgemindert sind. Dabei sind große Verluste natürlich unvermeidlich. Um so besser wird sich also ein Umsetzungsverfahren à la Chinois (Morcinek, Samereier) bewähren.[1])

Außerdem gründeln die Schwimmvögel fast ununterbrochen im Schlamme der Schar herum, bewegen denselben also und befördern dadurch seine Umsetzung wie die Lösung der in ihm enthaltenen Substanzen. — Das Gesagte gilt, wie namentlich Gasch,[2]) Hübner,[3]) Mahnkopf zuerst nachgewiesen haben, in noch höherem Maße von den Hufen und Klauen des Weide- bzw. Tränkeviehs, welches zudem das „Gelege“ abweidet und daneben in Gestalt von Harn und Kot nicht unbeträchtliche Nährstoffmengen vom anliegenden Gelände nach dem Wasser transportiert.

Zanichellia und Vallisneria u. a., im jungen Zustande, Leguminosen vor der Blüte von den Chinesen fein zerhackt, mit fein zerriebenen, gesalzenen Eierschalen oder dito frischen Landschildkröten, Fröschen, angedautem Reis und fleischfressenden Pflanzen vermengt, als Universalfuttermittel für Fische verwendet.[4]) Die Analysen solcher Mischungen ergaben pro 100 g frischer, in Formol konservierter Substanz Gramm:

---

[1]) Frhr. W. v. Gärtner, „Meine Reise nach Galizien, Österr.-Schlesien und Böhmen“, Falkenberg, O.-S., 1891 (2. Aufl.), S. 15.

[2]) „Die Teichwirtschaft in Kaniów“, 2. Aufl., Stettin 1896, S. 14, Beiträge zur Fischzucht und Teichwirtschaft, 2. Aufl., Stettin 1896, S. 40 u. 41.

[3]) „Fischwirtschaft“, Bautzen 1905, Paul Vogel, „Ausführl. Lehrb. d. Teichwirtsch.“, Bautzen 1900, II, S. 247 ff., III, 1905, S. 99 ff. u. a. m.

[4]) Schweiz. Fisch.-Ztg., 1904, Nr. 15 u. 16.

Provenienz	Roh-protein	Rohfett	Stick-stofffreie Extrakt-stoffe	Rohfaser	Asche
Umgegend von Shanghai . . .	8,9	1,8	7,4	2,6	3,3
„ „ „ . . .	12,7	2,2	5,8	3,2	4,2
„ „ „ . . .	10,4	1,6	7,3	2,4	3,8
„ „ Canton	7,3	1,8	12,4	1,8	4,2
„ „ Kosichang (Siam)	11,4	2,1	9,6	2,2	3,6

Leider wird sowohl von den Schwimmvögeln wie von dem Groß- und Kleinvieh ein hoher Prozentsatz (50 bis 90) von der Rohfaser zugleich mit den sie zersetzenden Spaltpilzen wieder ausgeschieden, da ist denn die Gegenwart von recht vielen Schnecken, Muscheln, Sprockwürmern usw. erwünscht, weil diese nach Biedermann und Moritz die Zellulose mit Hilfe von Fermenten verdauen, also unschädlich machen.[1])

Jede Arbeit, egal welcher Art, erfordert Kraft (Stoffverbrauch), bei der Pflanze wie beim Tier. Bei wasserunlöslichem Material wird der Hauptteil dieses Stoffverbrauches in die erste Periode der Entwickelung des betreffenden Organismus, also in eine Zeit fallen, wo jedes Manko sich bitter rächen wird. — Warum geben verständige Gärtner und Landwirte gerade den Keimlingen ebensowohl leicht lösliche Salze als Kopfdünger, wie verständige Züchter den jungen Tieren? Warum enthalten die Milch, die Eier und Samen so reichlich gelöste oder wasserlösliche Salze, bzw. die Fermente zu ihrer Lösung?

Damit soll keineswegs der direkten Zufuhr von Chilisalpeter, schwefelsaurem Ammoniak, Thomasschlacke, Superphosphat, Kalisalzen das Wort geredet, vielmehr im Anschluß an die jüngst, besonders von Vogel,[2]) entwickelten unverständigen Prinzipien der „Salzdüngung“ ausdrücklich vor ihrer Anwendung gewarnt werden.[3]) Zahlreiche für uns wichtige Organismen sind gegen die uns von der Industrie gelieferten Salze, vornehmlich jedoch die Nebensalze, sehr empfindlich, um so empfindlicher, je

[1]) Pflügers Archiv für d. ges. Physiol., Bd. 73, 1898.

[2]) „Ausführliches Lehrbuch der Teichwirtschaft“, Bautzen 1905, Bd. III, S. 428—449.

[3]) Walter, „Beiträge zur Fütterung des Karpfens“, Neudamm 1898, W. Šusta, Österr. Fischerei-Zeitung, Wien III, 4.

jünger sie sind, und so gut ihnen allen beispielsweise der hohe Chlorgehalt des Urins usw. im Dorfteiche bekommt, so wenig vermögen sich viele mit dem des Kochsalzes abzufinden.[1]) — Aufhören der Nitrifikation bei viel NaCl.[2])

„Die organische Substanz muß das Wasser aus sich selbst heraus mit Hilfe der Mineralstoffe produzieren, eine Zufuhr, wie sie im Dorfteiche statthat, ist als Verschwendung zu bezeichnen", lehrte Zuntz auf Grund unserer Versuche vor wenig Jahren noch.[3]) So gewiß es nun ist, daß der Dorfteich vielfach verschwenderisch wirtschaftet (s. d. Abschnitt „Dorfteich" u. organ. Substanz), so fest steht es andererseits, daß wir — ähnlich wie im Felde und auf der Wiese — bei Erzielung von Höchsterträgen die Zufuhr von agilen organischen Massen in gelöster Form auch im Wasser keinesfalls missen können. Dafür spricht der massige Verbrauch von den an denselben reichen Substraten von seiten der rationellen Teichwirte schon deutlich genug. Über den relativen Wert der verschiedenen Substrate für die Landwirtschaft gibt die folgende Tabelle von Wagner[4]) näheren Aufschluß (A). Durch eine Rundfrage bei verschiedenen rationellen Züchtern habe ich denselben auch für die Teiche zu ermitteln versucht (B). Merkwürdigerweise wird hier überall über den Chilisalpeter geklagt, ein Umstand, der sich ja aus der von Brandt[5]) aufgestellten Theorie von der Denitrifikation im Wasser namentlich dann leicht erklären läßt, wenn man die interessanten analogen Befunde von Krüger[6]) im Boden dagegen hält und weiterhin bedenkt, daß die in unseren Durchschnittsteichen sich vorfindenden denitrifizierenden Spaltpilze aus naheliegenden Gründen durchweg recht ausgehungert sein müssen:

---

[1]) Dafert a. a. O., S. 190 u. 233, s. a. den Jahresbericht der München. Biol. Station, „Allg. Fisch.-Ztg." 1906, Nr. 4, S. 72.

[2]) Grandke, „Die Rieselfelder von Berlin und die Spüljauche", Neudamm 1892, S. 21.

[3]) „Fisch.-Ztg." 1900, S. 97.

[4]) „Die Stickstoffdüngung d. landw. Kulturpflanzen", Berlin 1892, S. 255—256, „Die Düngung mit schwefels. Ammoniak u. organ. Stickstoffdüngern i. Verhältnis z. Chilisalpeter", Arb. d. D. L.-G., Heft 80, S. 20.

[5]) Wissensch. Meeresunters. IV u. VI, A. Koch a. a. O., S. 185.

[6]) „Über die neuesten Forschungen d. landw. Bakteriologie", Jahrb. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1900, Bd. 15, S. 63 ff.

A.

Chilisalpeter	100
Ammoniaksalz	94
Damaralandguano	91
Peruguano	87
Grüne Pflanzenmasse	77
Hornmehl	74
Blutmehl	73
Rizinusmehl	73
Bremer Pudrette	50
Krottnauer Dünger	61
Blankenburger Dünger	49
Lützeler Guano	39
Wollstaub	26
Konzentr. Rinderdünger	22
Ledermehl	16
Seeschlick	12
Klärbeckenschlamm	10

B.

	1. Jahr	2. Jahr
Tauben-, Hühnermist	100	—
Jauche, frische Kuhfladen, Fäces	90—95—100	—
Mist, gut verrottet	85—95	5—15
Erbsen und Wickengemenge	90–95	5—10
Junger Klee, Lupinen	90	5
Peruguano	90	—
Blutmehl Ia.	90	—
Knochenmehl	85	—
Kadavermehl	50	25
Mist, verspeckt	45	10
Fischguano (entfettet)	45	30—35
„ (fetthalt.)	25	25
Mist, strohiger	25	5
Poudrette	20	15—25
Chilisalpeter	25—30	—

Außerdem sei hier noch ganz ausdrücklich auf einen Punkt hingewiesen, der seither viel zu wenig in der Düngerlehre des Wassers wie der Pathologie der Fische usw. beachtet worden ist, obwohl der von Zacharias,[1]) Seligo u. a. konstatierte und jüngst erst wieder von W. Ostwald näher untersuchte Saisonpolymorphismus einer Anzahl von Planktonten zeigt, wie ungemein die letzteren auf die ceteris paribus allein schon durch die

[1]) „Forschungsber. a. d. Biol. Stat. Ploen" I, Fig. 11a, b, II, Taf. I, Fig. 1 u. a. m.

Temperatur bedingten Veränderungen im spezifischen Gewicht der Umgebung reagieren.

Abweichend von den Organismen des festen Landes sind die des Wassers **allseitig** von einer Flüssigkeitssäule umgeben, bei ihnen wird also neben dem „Übergewicht“ und der „spezifischen Reibung“ des Wassers[1]) der osmotische Druck in erhöhtem Maßstabe in Aktion treten.[2])

Von diesem letzteren heißt es in der Landwirtschaft:[3]) „Jedes Salz, welches im Übermaß in Lösung geht, so daß die Konzentration der Lösung eine solche Höhe erreicht, daß der osmotische Druck derselben größer ist als der Turgor der Wurzelhärchen, welche die Nährstoffe aufnehmen sollen, übt einen giftigen Einfluß auf die Pflanze aus. Es tritt in den Pflanzenzellen eine Loslösung des Protoplasmas von der Zellwand („Plasmolyse“) ein, die Pflanzen vermögen dann weder Nährstoffe noch Wasser aufzunehmen, sie vertrocknen, oder, wie man in der Praxis sagt: „zuviel Kunstdünger verbrennt die Pflanzen“. Die Konzentration der Salzlösungen, bei welcher diese Erscheinung eintritt, beträgt nach Knop 5 pro Mille. Stiehr kommt hier bei Versuchen, die er mit Keimpflänzchen angestellt hat, zu ähnlichen Resultaten.“[4])

Ganz analog berichtet W. Knörrich),[5]) daß sich bei den von ihm angestellten Versuchen eine Konzentration der Minerallösungen über 0,15 % und von Pepton bzw. den äquivalenten Mengen Urin, Strohinfus, überhaupt agiler organischer Substanz, über 0,03 % hinaus als schädlich erwies, ein durch praktische Beobachtungen (Gasch, Groegor, Hübner) genügend belegtes Faktum. Nimmt die Konzentration des Wassers allmählich zu, wie das im Sommer in den meisten Himmelsteichen der Fall ist, so schadet sie den Organismen um so weniger, je weicher jenes per se und je fester gefügt die Zelle ist (Fluß-, Brack-, Ostsee-

---

[1]) s. das Referat von A. Steuer, Innsbruck, „Österr. Fisch.-Ztg.“, Wien II, S. 345—347.

[2]) Vergl. u. a. d. Ausf. v. Gg. Rosenfeld, Breslau, über „Die Lebensverhältnisse der Süß- und Seewassertiere“, Jahrb. Schles. Fisch.-Ver. 1903, S. 81 ff., A. Schücking, Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt., 1902, S. 533.

[3]) Mitscherlich a. a. O., S. 273.

[4]) s. a. die ungünstigen Erfahrungen von Pond bei Anwendung der Sachsschen Nährlösung, „Allg. Fisch.-Ztg.“ 1906, No. 2, S. 24.

[5]) Knauthe, „Die Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 152—153.

wasser; im salzärmeren östlichen Teile weit mehr Süßwasserformen als im salzreicheren westlichen, außerdem nach C. Apstein ein Verhalten der Seewasserformen in den ihnen konformen Wasserschichten;[1]) Unterschiede zwischen Nord- und Ostsee), dagegen verschwinden viele Organismengruppen im Dorfteich plötzlich infolge zu starker Konzentration der Salzlösung. — Wärme-, Kältestarre — Haut- usw. Krankheiten, ja Massensterben infolge plötzlicher großer Temperaturunterschiede[2]) beim Umsetzen, beim Zusammentreffen kalter und warmer Meeresströmungen u. a. m.

Einige Formen Aal, Lachs, Flunder, Dreissena u. a. wenig empfindlich, andere dagegen (Zander, Renken) sehr. Zu berücksichtigen ist hierbei besonders, daß einmal der Fischkörper an seiner Oberfläche schützender Stellen entbehrt, da er mit einer Haut bedeckt ist, welche die Eigenschaft einer Schleimhaut besitzt, die oberflächlichsten Epidermiszellen verhornen nicht, sondern bleiben weich und durchsichtig,[3]) außerdem sehr wenig Fett im Unterhautgewebe der Fische,[4]) endlich fast direkte Kommunikation des Blutes mit dem Wasser im Kiemenapparat,[5]) daher die große Anzahl der Blutkrankheiten bei Fischen, last not least das Verkümmern oder Verschwinden zahlreicher Mollusken usw. bei veränderter Konzentration des Wassers. **(Nähere Untersuchungen wichtig!)**[6])

---

[1]) K. Brandt, „Ber. über allgem. biol. Meeresunters." III, Wiss. Meeresunters., 1906, S.-A., S. 26 ff. (s. a. S. 6, Fußnote).

[2]) St. Fibich, „Beobachtungen über die Temperatur bei Fischen", Ztschr. f. Fisch., XII, 1/2, S. 47 ff., Hofer, „Handb. der Fischkrankheiten", München 1904, S. 87.

[3]) Fibich a. a. O., S. 47.

[4]) Trotzdem besitzen nach Ch. Richet, Compt. rend., 97, 1004 (s. a. Rosenfeld a. a. O.), die Fische ein ausgezeichnetes Schutzmittel in ihrem Schleim, einige vielleicht auch in den Epithelwucherungen der Laichzeit (Lachs), die Muscheln in ihrer verschließbaren Schale u. a. m. — Schleie als „Fischdoktor".

[5]) Koenig, „Die Verunreinigung der Gewässer", 2. Auflage, Berlin 1899, II, S. 402 ff.

[6]) So hat vor längerer Zeit K. Brandt (Biol. Zentralbl. XV, No. 24, S. 855—859) das Schwebvermögen gewisser Planktonten des Meeres durch die Annahme eines in der wässerigen Vakuolenflüssigkeit gelösten Gases, und zwar von CO_2, die einem Teile der im Wasser gelösten Salze das osmotische Gleichgewicht hält und dadurch einen geringeren Salzgehalt und infolge davon ein geringeres spezifisches Gewicht der Vakuolen gegenüber dem Meerwasser ermöglicht, erklärt.

Hauptbedingungen für eine massige Entwickelung der Gruppen A 1 (und A 2) bilden neben dem Gehalte des Wassers an allen Nährstoffen — das gilt besonders auch vom **O** und **CaO** — und deren relativem Verhältnis die Lage, Belichtung bzw. leichte Erwärmbarkeit und Wasserruhe. Wir sind es seit langem gewöhnt, den Dorfteich als Nonplusultra eines guten Gewässers anzusprechen. Ist er das aber wirklich? Vielfach produziert er eine Fauna und Flora, derjenigen der „Geilstellen" im Felde vergleichbar, ja um Haaresbreite ähnlich, und warum? Weil hier wie dort die organische Substanz und die Chlorverbindungen die anderen Faktoren ganz beträchtlich überwiegen, das relative Verhältnis der Nährstoffe sich zu ungunsten der letzteren verschoben hat (s. Grandke).

So gibt Kellner[1]) folgende Zahlen für ein Kleegrasgemenge, welchen wir bei dem pflanzlichen Plankton gewisser Dorf- und Schmutzteiche wieder begegnen werden (s. a. S. 42, Fußnote):

	Rohproteïn	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Normalstellen	11,0	4,2	56,3	22,5	**6,0**
Geilstellen	**20,3**	4,8	41,3	26,6	**7,0**

während die durch eine normale Düngung bedingten Unterschiede nach Weiske[2]) bei Grünmais beispielsweise sind:

	Rohproteïn	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Gedüngt	**11,8**	3,3	46,7	30,0	**8,2**
Ungedüngt	9,6	3,1	51,6	30,0	**5,7**
Gedüngt	**11,2**	4,7	48,9	26,4	**8,8**
Ungedüngt	6,4	2,8	56,1	27,9	**6,8**

Je reichlicher sich die Pflanzen mit Stickstoff versorgen können, um so höher ist freilich auch der Teil des Rohproteïns, welcher auf nicht eiweißartige Stickstoffsubstanzen fällt. So fand Kellner[3]) in der Trockensubstanz von italienischem Raigras:

	Rohproteïn	Amide	Amide in Prozenten des Rohproteïns
Normalstellen	11,65 %	2,00 %	17,2
Geilstellen	30,46 %	7,71 %	**25,3**

[1]) „Die Ernährung der landw. Nutztiere", Berlin 1906, S. 282.
[2]) „Centralbl. f. Agrikulturchemie", 1872, S. 50.
[3]) „Landw. Jahrb." 1879, Suppl., S. 248.

Bei niederen Tieren werden sich — namentlich beim Fehlen der nötigen Mineralstoffmengen — ein erhöhter Eiweißzerfall u. a. m. und bei den Vertebraten infolge davon Knochenbrüchigkeit u. a. m. einstellen. Der Umstand, daß bei der Pockenkrankheit der Karpfen[1]) immer in den praktischen Berichten die Weichheit, Brüchigkeit des Skelettes, sowie weiterhin ausdrücklich betont wird, daß eine Kalk-Phosphorsäuredüngung diese Epidemie beseitigt,[2]) fordert **denn doch zu weiteren Forschungen nach dieser Richtung hin heraus.** Man sieht mithin, daß der von Walter, Zacharias u. a. aufgestellte Satz: „Je stickstoffreicher die Kost, desto größer der Effekt“ auch bei den Düngungen sein Aber hat.

Die Gärtnerei, der Ackerbau lehren uns, daß, je höher kultiviert ein Organismus ist, desto größere Anforderungen er auch an sein Milieu in bezug auf Bearbeitung, Nährstoffreichtum u. a. (s. Kap. II), last not least Belichtung und Windschutz stellt. — Vergleiche das im Dorfteich durch die feine Haut von Grünalgen, Flagellaten usw. erzeugte diffuse Licht in seinen mannigfachen Wirkungen mit dem durch die Seerosenblätter oder die harte Flora gespendeten Schatten. Hier wie dort ist die Entwickelung der Vegetation am Grunde gleich Null, dafür sind aber in ersterem — begünstigt durch die gleichmäßigere Wärme usw. — die regulären Umsetzungen ebenso groß wie in den letzteren die Zersetzungen. (Grouvensche Beschattungstheorie, deren Stichhaltigkeit namentlich der Urwald von den Tropen bis in die Tundren Sibiriens, die Drillkultur u. a. m. beweisen.) — Vergleichen wir die Fauna und Flora der verschiedenartigsten Bäche, Flüsse und Ströme einer-, mit der von Seen, Teichen und Pfühlen andererseits, so werden wir sehr bald zu der Überzeugung gelangen, daß die Wucherung der Organismen, insbesondere der Planktonten, proportional ist der Wasserruhe, daß von zwei gleich nährstoffreichen Wässern das unruhigere immer das weniger ergiebige sein wird. Daher die Sorge der Praktiker für „Windschutz“ schon zur Klosterzeit (s. Hübner,[3]) Walter[4]) u. a.).

---

[1]) Hofer, „Handb. d. Fischkrankh.“, München 1904, S. 61 ff.

[2]) Vogel, „Ausf. Lehrb. d. Teichwirtsch.“, Bautzen 1905, II, S. 386 ff.

[3]) „Fischwirtschaft“, Bautzen 1905, S. 101 ff.

[4]) „Die Fischerei als Nebenbetrieb des Land- und Forstmannes“, Neudamm 1903.

Die Umsetzungen im (Boden und) Wasser, wie das ganze Leben in ihm, sind in hohem Grade Äußerungen der Temperatur (des Lichtes) (Chlorophyll), weil die in ihm lebenden, für uns wichtigen Organismen allesamt wechselwarm sind. — Wie Pflanzen unabhängig von der Außentemperatur, lediglich unter dem Einfluß des Lichtes 0,5 bis 5,7, ja sogar 22° C Eigenwärme entwickeln können, hat Duterchet jüngst gezeigt. Dasselbe muß — gemäß den älteren Untersuchungen von Broussonet, Despretz[1]) und mir — bezüglich der Fische und der anderen Wassertiere aus rein physiologischen Gründen (Oxydationsprozesse im Körper, Laichzeit u. a. m.) gelten. Die bisherigen Messungen an Aquarienfischen haben sehr bedingten Wert, und ebenso wird durch das Fangen freilebender Fische, das Einführen verschluckbarer Thermometer u. a. m. der Stoffwechsel sofort herabgemindert (Ausspucken der Beute im Drebel). — Das gilt auch von den mit viel Mühe, Sorgfalt und unter Berücksichtigung aller einschlägigen Momente durchgeführten Arbeiten Fibichs.[2]) — Dagegen können wir mit Hilfe der sehr feinfühligen Ätherthermometer, wie sie mein Freund Ingenieur Krause für mich eigens zu diesem Zweck konstruiert hat, wenigstens ein grob annäherndes Bild von der Eigenwärme der kaltblütigen Tiere uns entwerfen, und da zeigt sich denn — namentlich bei den höheren — als ein sehr guter Indikator die Färbung (Zusammenhang zwischen Chromatophoren und Nerven, namentlich Sympaticus und Trigeminus einer-, zwischen letzterem und dem Verdauungs-, Genitalapparat andererseits).[3]) — Fische der Prä- und Postglazialzeit (winterschlafende Säuger). Interessante

---

[1]) Seligo, „Die Fische“ in Zacharias: „Die Tier- u. Pflanzenw. d. Süßwassers“, Leipzig 1892, II. T.

[2]) „Beobachtungen über die Temperatur bei Fischen“, Zeitschr. f. Fischerei 1905, S. 29 ff. Merkwürdigerweise scheint Fibich meine frühere einschlägige Publikation (Biologisches Zentralblatt 1894) entgangen zu sein, obwohl ich mich bezüglich der Ausführung der Messungen ebenfalls an seinen Lehrer Prof. Hofer in München gewendet hatte. Im übrigen stimmen Fibichs Befunde mit meinen früheren in den wesentlichsten Punkten (Erhöhung der Temperatur durch Muskelarbeit, Oxydationsprozesse usw.) recht gut überein.

[3]) Die Färbung ist nach Hofer a. a. O. S. 87 auch ein vorzüglicher Indikator für den Sauerstoffgehalt des Wassers; natürlich, denn ohne den nötigen Sauerstoff sind Oxydationsvorgänge eben unmöglich.

Unterschiede in der Freßlust ceteris paribus, d. h. bei gleichen Temperaturen:

a) zwischen Herbst und Frühling,[1])

b) zwischen gut und schlecht genährten Individuen im Herbst, Winter, Frühling.

Abhängigkeit der Dottersackperiode von der Entwickelung der Nahrung u. a. m.

Mittelstufe. Schädlich? Nützlich? — Froschbiß, weiße, gelbe Seerose, Wasserhahnenfuß, Glyceria, Phalaris, Pfeilkraut u. a. m. Viele von ihnen gelten gegenwärtig als nützlich, alle mindestens als indifferent. Man lasse aber nur einmal — unter sonst gleichen Bedingungen — dieselben Quantitäten von ihnen und von der Elodea oder von Myriophyllum im Wasser sich zersetzen, verfolge die Vorgänge genau, und man wird bald anderer Meinung sein. Außerdem Beschattung! Nuphar, Nymphaea, Glyceria, Phalaris, Komponenten der Moorbildung!

Reihe B 1. Wie A 2. Harte, über den Wasserspiegel ragende Flora, „das Gelege". Entzieht dem Boden und damit dem Wasser durch seine tiefgehenden, auf den Raubbau eingerichteten Wurzeln eine Menge wertvoller Stoffe, wirkt schädigend durch intensive Beschattung. Bildung von Rohfaser, verholzter und kutikularisierter Zellulose. (Wasserpest grün 2 %, saure Gräser 10 %, Rohr 15 bis 18 % Rohfaser.) Aus Rohfaser . . . Pentosane, das Nährmaterial für die denitrifizierenden Spaltpilze, von denen Bacterium Stutzeri und pyocyaneum den Nitratstickstoff in Nitrite und in Verbindung mit dem denitrificans und bis jetzt bekannten etwa 30 anderen[2]) diese wieder in freien Stickstoff verwandeln bzw. Körpersubstanz festlegen. — Grade so wie die höheren Pflanzen können nämlich auch gewisse niedere ihren

---

[1]) Gut genährte Individuen — Karpfen — hören im Herbst bei 6—8 ° C zu fressen auf und fangen nach regulären Wintern bei dieser Temperatur auch wieder zu fressen an, nach schlechten oder bei unverständiger Überwinterung dagegen schon bei 3—4 °. Schlecht genährte kommen oft gar nicht zur Ruhe und fressen alsdann infolge des erhöhten Stoffverbrauches den ganzen Winter hindurch. Dieser Zustand ist aber abnorm (Šusta, Sperling u. a.).

[2]) s. außer d. Vorträg. v. Cöster, Krüger-Halle, Hiltner, Jahrb. d. Deutsch. Landw.-Ges., XV, S. 55—79, und M. Hoffmann, Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1906, St. 13, u. a. d. Aufs. v. Riecke, Wien. landw. Ztg., 56, No. 16, S. 146—147.

Stickstoffbedarf auf Kosten der Salpetersäure und des Ammoniaks decken. Besonders Pilze scheinen sich hierbei zu beteiligen. (Krüger a. a. O., S. 75.) — Zellulosegärung, infolge davon Methanbildung, oft in großen Mengen (s. d. Tabellen). — Vertorfung. — Sauerstoffproduktion gleich Null, im Gegenteil — selbst bei Sonnenschein und Wind — hohe CO_2 werte. So notierte ich:

Datum	Tageszeit	Belichtung usw.	Tiefe der Probe-nahme	Temp. °C	In 100 ccm Wasser sind enthalten bei 0° und 760 mm (ccm) O	N	CO_2	CH_4
A. Verwachsener Pfuhl, Wilhelmsburg.								
Juni 16.	12 Uhr m.	Sonnenschein	Oberfl.	18	0,48	1,4	2,64	0,8
„ 16.	„	„	Boden	—	**0,07**	1,4	**2,86**	1,0
„ 17.	3 U. nachm.	Sonnensch., Wind	Oberfl.	19	0,52	1,3	2,04	0,6
„ 17.	„	„	Grund	—	**0,12**	1,3	**2,46**	0,8
Juli 22.	„	Sonnensch., still	Oberfl.	19,8	0,32	1,2	2,72	0,6
„	„	„	Grund	—	**0,00**	1,2	**3,42**	1,2
B. Freier Pfuhl, Wilhelmsburg.								
Juni 16.	12 Uhr m.	Sonnenschein	Oberfl.	22	1,96	1,3	a. R.	0,2
„ 16.	„	„	Boden	—	1,74	1,3	a. R.	0,4
„ 17.	3 U. nachm.	Sonnensch., Wind	Oberfl.	21,4	1,87	1,3	a. R.	0,2
„ 17.	„	„	Grund	—	1,82	1,3	0,2	0,5
Juli 22.	„	Sonnensch., still	Oberfl.	22,8	2,12	1,2	a. R.	—
„	„	„	Grund	—	1,94	1,2	a. R.	0,2

Reihe B 2. Agile organische Substanz, Zersetzungsbakterien, Gärer, Fäulniserreger, freie Kohlensäure von der toxischen Form. Ammoniak, Schwefelwassertoff, Methan. Leptomitus, Sphaerotilus, Beggiatoa, Chromatium, Thiotrix, Thiospirillum Pseudomonas nehmen den Schwefelwasserstoff auf, spalten den Schwefel im Körper ab und binden den Wasserstoff an Sauerstoff zu Wasser.[1]) Der Schwefel wird weiter zu H_2SO_4, oxydiert und verwandelt alsdann Karbonate in Sulfate. — Eisenbakterien (Cladothrix,

[1]) Winogradski, „Über Schwefelbakterien“, Bot. Ztg. 1887, No. 37/39, „Recherches physiolog. sur les sulfobactéries“, Ann. Inst. Pasteur 1889, III.

Crenothrix) oxydieren Eisenoxydul und scheiden aus kohlensaurem Eisenoxydul $Fe_2\ (OH)_3$ ab,[1]) während — wie Beijerinck erwähnt — das Spirillum desulfuricans den Schwefel wieder in die ehemaligen Verbindungen reduziert.[2]) — Die genannten Bakterien sind deswegen wichtig, weil sie die durch Fäulnis (Reduktionsprozesse) entstandenen schädlichen Produkte weiter verarbeiten, in Formen überführen, in denen sie von der Mikroflora und -fauna aufgenommen zu werden vermögen. An der Festlegung bzw. Umwandelung des bei der Fäulnis entstehenden Ammoniaks, sowie der Nitrite und Nitrate beteiligen sich, außer dem so gebildeten Eisenoxydhydrat (Sestini, Bonnema) und den Kolloidsubstanzen (van Bemmelen), die gerade unter Einfluß der kohlenstoffhaltigen Massen wuchernden, sub B 1 genannten Pilze und Bakterien — Bei geringen Mengen von Ammoniak und Schwefelwasserstoff[3]) Wucherung von Wasserblütenalgen (Gloiotrichia natans, Nostoc lacustre, Polycystis ichthyoblabe, Clathrocystis aeruginosa, roseo-persicina, Caelosphaerium Kietzingianum, Aphanizomenon flos aquae u. a.), Infusorien (z. B. Astasia haematodes), Flagellaten usw. Vielleicht gehört hierher auch das von A. Hübner beobachtete „wasserblütenartige" Auftreten eines leider nicht näher bestimmten kleinen Krusters im Köllnitzer See.

Genau wie im Boden[4]) spielen sich auch im Wasser die Vorgänge bei der Umsetzung der Massen grundverschieden ab. Sind genügend Sauerstoff und gelöster kohlensaurer Kalk vorhanden, so setzt — ceteris paribus — die Selbstreinigung, Nitrifikation, stark ein, fehlt einer der Faktoren, oder wird er durch anderweitige chemische, physiologische usw. Prozesse verbraucht, dann haben wir die Gärung und Fäulnis. Der an Grundalgen reiche Teich bzw. der Dorftümpel und der pflanzenarme Fluß oder See sind in dieser Beziehung entgegengesetzte Typen, wie die folgenden Zahlen zeigen:

---

[1]) Winogradski a. a. O.

[2]) Zentralbl. für Bakteriologie 1895, 1—3.

[3]) P. Richter, „Gloiotrichia echinulata eine Wasserblüte d. Gr. u. Kl. Plöner Sees", Plöner Berichte II, S. 43.

[4]) E. Wollny „Neuere Erfahr. a. d. Geb. d. physikal., chem. u. bakter. Vorgänge im Bod.", Arb. d. Deutsch. Landw.-Ges., Berlin 1898, S. 71 ff.

	Das einfl. Wasser enthält pro Liter org. Subst. mg	Temp. °C	In 100 ccm sind enthalten bei 0° und 760 mm ccm						
			O	N	CO_2	CH_4	NH_3	N^2O^3	H_2S
Dorfteich nach beendetem Regen .	380	18,4	0,6	1,4	1,0	0,4	Spur	Spur	—
„ 4 Stunden später . . .	—	19,2	1,7	1,3	0,4	—	„	„	—
Tümpel reich an Algen, vornehmlich Grundalgen:									
nach beendetem Regen . . .	206	19,4	0,2	1,3	1,6	0,8	vorh.	vorh.	—
4 Stunden später	—	20,0	0,6	1,3	1,4	0,9	„	„	—
8 „ „	—	19,6	0,9	1,3	0,8	0,9	„	„	—
Tümpel, algenarm:									
nach beendetem Regen . . .	124	20,8	0,2	1,3	2,4	1,2	„	„	vorh.
8 Stunden später	—	21,7	—	1,3	2,6	1,4	„	„	„
20 „ „	—	18,6	0,2	1,4	2,6	1,2	„	„	„

Jaffésches Umsetzungsverfahren, Versuche von Hofer u. a.

Eines der besten, produktivsten Fischwässer ist bekanntlich der Nil, der „Ernährer Ägyptens“, über welchen uns die Berichte unserer beiden landwirtschaftlichen Sachverständigen beim Generalkonsulat in Kairo, Prof. Dr. Kärger und A. Preyer, neulich interessante Daten gebracht haben.[1]) Dieselben gebe ich hier — auszugsweise — um so lieber wieder, als sie auch für Mesopotamien, Indien, China gelten und den Wert einer vernünftigen Wasserwirtschaft zeigen. „Zum Segen für Ägypten wie für Indien“, sagt Willcocks, „ist sein Geschick in die Hände von Männern gelegt, welche stets die Bewässerung des Kulturbodens als Grundstein dauernden Wohlstandes erkannt haben. Es wäre für die Entwickelung jener trockenen subtropischen Gebiete in Australien[2]) und Südafrika wohl gut gewesen, wenn ihre Staatsmänner in Ägypten und Indien ihre Ausbildung genossen hätten, und wenn sie auf Bewässerungswerke auch nur die Hälfte der Summen verwendet hätten, welche sie für den Bau von Straßen und Eisenbahnen ausgegeben haben.“[3]) Nun, ich meine, wir brauchen gar nicht so weit zu gehen, denn wir haben innerhalb der schwarzweißen Grenzpfähle wahrlich Ödland genug, das nur der

[1]) Beilagen No. 12, 13, 14, 15 usw. zu Stück 14, 15, 16, 18 pro 1903 der Mitteilung. der Deutschen Landw.-Ges.

[2]) Beilagen No. 16 ff. zu Stück 21 ff. pro 1903 der Mitteilung. der Deutsch. Landw.-Ges.

[3]) Ebenda, Stück 14, S. 38.

Bewässerung harrt, um, wie Beispiele (Geeste, Celle u. a. m.) zeigen, reiche Erträge zu bringen.

Über die Entstehung usw. des Nils viele Worte zu verlieren, hieße Eulen nach Athen tragen. Der Weiße Nil, der größte Arm des Stromes, entspringt unweit des Tanganjikasees in dem sehr niederschlagsreichen, fruchtbaren nordwestlichen Teile von Deutsch-Ostafrika. Er durchströmt den Viktoria-, Albert-Nyanza und teilt sich unterhalb Bor in zahlreiche kleine Arme, von denen nur der Bahr el Djebel schiffbar ist. Hier ist die Region der „Sadds“, der Pflanzenbarren. An der Einmündung des Gazellenflusses in den Weißen Nil befindet sich im Sommer ein großer See von etwa 150 qkm Oberfläche. In diesem in schlechten Flutjahren sumpfigen Gebiet wird das Nilwasser stark mit faulender Pflanzenmasse verunreinigt. 100 km nördlich führt der Sobat dem Weißen Nile zur Flutzeit gewaltige, im Sommer dagegen kaum nennenswerte Wassermengen zu. Mitunter trocknet er sogar vollständig aus. — Bei Khartum vereinigen sich der Weiße und Blaue Nil. Dieser entspringt im abessynischen Gebirgsstock, über dessen geologische Beschaffenheit zwar noch nichts Näheres bekannt ist, doch darf angenommen werden, daß jedenfalls vulkanische Schlacken, Lava, Basalt den Grundstock und die Basis der hohen Fruchtbarkeit des Alluviums und des Wassers bilden, denn überall auf der Erde gehören die Böden vulkanischen Ursprungs zu den wertvollsten. Das Wasser des Blauen Nils ist von Anfang Juni bis Ende September rotbraun von mitgeführten Schlammteilen, sonst aber verhältnismäßig klar. Dasselbe gilt von dem unterhalb des sechsten Kataraktes einmündenden Atbara, der nur zu manchen Zeiten fast austrocknet, während er in der Flut um so stärker anschwillt.

Die Zeit der tropischen Regengüsse verteilt sich folgendermaßen:

	Regenzeit	Maximum	Jährliche Regenhöhe (cm)
In dem Gebiet der großen Seen . . .	Febr.—Nov.	1. April 2. Okt.	150
In der Gegend von Lado	April—Nov.	August	
In dem Sobattal	Juni—Nov.	August	100
In dem Gazellenflußgebiet	April—Sept.	?	

	Regenzeit	Maximum	Jährliche Regenhöhe (cm)
In der Gegend von Khartum	Juli—Sept.	?	50
In dem Gebiet von Kordofan u. Darfur	Juli—August	?	25
In dem abessynischen Hochland . . .	April—Sept.	August	150—180
In Kairo (Wüste)	—	—	2,7
In Assuan, Nava, Wadi Halfa	—	—	0,0

Zur Zeit des Niltiefstandes braucht das Wasser vom Viktoria-Nyanza bis zum Mittelmeer 90, zur Flutzeit dagegen nur 50 Tage. Dasjenige des Blauen Nils legt die Entfernung von seiner Quelle bis nach Khartum in 17 bzw. 7 Tagen zurück, und für den Atbara und Sobat ist eine Zeitdauer von je 5 Tagen für das Zusammenfließen der Wassermassen zu rechnen. — Reservoire, Schleusen, Kanäle zur Verteilung des Wassers. Schöpfwerke (Sakiehen).

Nach den von Mackenzie am 15. jedes Monats angestellten Untersuchungen enthielt das Nilwasser in je 100000 Gewichtsteilen (Kairo).[1])

	Gewichtsteile Schlamm 1896	Gewichtsteile Schlamm 1897	Durchschn. Gehalt
Januar	22,1	49,3	0,12 % Stikstoff
Februar	20,4	26,5	0,06 % Kalk
März	26,4	0	0,68 % Kali
April	16,7	13,7	0,21 % Phosphorsäure
Mai	12,7	13,7	0,42 % Chlornatrium
Juni	16,2	12,7	0,04 % Natron
Juli	10,0	10,2	
August	103,4	174,7	
September	167,6	164,0	
Oktober	134,7	112,6	
November	81,3	61,0	
Dezember	39,5	34,3	

[1]) Beilage 25 zu Stück 30 d. Mitt. d. Deutschen Landw.-Ges. v. 25. Juli 1903.

	Das Nilwasser enthält nach M. Mathey (1887) in 1000 Teilen					
	Januar und Februar	März und April	Mai und Juni	Juli und August	Septbr. und Oktbr.	Novbr. und Dezbr.
Feste Teile	1,324	0,498	1,427	1,819	3,903	2,914
In Lösung:						
Stickstoff (als Ammoniak)	0,000161	0,000148	0,000169	0,000560	0,000210	0,000187
Kalk	0,0421	0,0432	0,0427	0,0417	0,0467	0,0464
Kali	0,0091	0,0084	0,0209	0,0191	0,0134	0,0102
Schwefelsäure	0,0028	0,0028	0,0031	0,0032	0,0019	0,0014
Organische Substanz . .	0,0132	0,0121	0,0105	0,0240	0,0195	0,0149
Kohlensäure	0,0341	0,0363	0,0410	0,0372	0,0304	0,0407
Phosphorsäure	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur

Düngemittel: Kuhfladen bzw. Kameelexkremente mit Nilschlamm vermengt, Taubenmist und „Sebak“ (Erde alter Kulturstätten)[1]), Fledermausmist und „Tofl“ (Natronsalpeter).[2])

	Mist von		Sebak (n. Tvaden und Mackenzie)
	ägypt. Großvieh (n. Tvaden) %	Tauben (nach Tvaden) %	%
Feuchtigkeit	5,0	5,0	5
Organische Stoffe	54,4	66,4	3,9—13,5
Stickstoff	6,2	5,21	6,13—0,49
Davon in Form von Salpetersäure .	0,2—0,083	0,03	0—0,196
Kali	1,04—1,81	2,7	0,71—3,05
Phosphorsäure	0,19—0,228	2,22	0,19—1,75
Kalk	2,64—4,35	2,28	1,65—18,2

[1]) In Italien verwendet man zum Düngen der Reisfelder wie in Anam, Hindostan, Birma phosphorsauren Kalk (Knochenmehl) (s. Oppel, „Der Reis“, Bremen 1891, S. 27, Heinr. Semler, „Tropische Agrikultur“, Wismar 1888, III, 19), in China Latrine, Jauche, Dung, in Japan in immer steigenden Mengen Fischguano (s. Bericht der St. Louis-Weltausstellung). — Gelösten Taubenmist soll P. Morcinek seit langem mit bestem Erfolge zur Teichdüngung verwenden (Frh. W. v. Gärtner, „Meine Reise nach Galizien usw.“, 2. Aufl., Falkenberg O.-S. 1891, S. 15/16), doch habe ich von diesem Verfahren hier nirgends etwas bemerkt (s. a. P. Vogel, „Ausf. Lehrb. d. Teichw.“, Bautzen 1906, III, S. 432 ff.).

[2]) Wird nach Semler, a. a. O., S. 27, in Britisch-Birma vielfach in Verbindung mit Knochenmehl mit bestem Erfolge angewendet,

Nach Tvaden und Mackenzie ist ein hoher Kalkgehalt fast in der Regel mit einem hohen, ein niedriger mit einem niedrigen Gehalt an organischen Materien und an Stickstoff verbunden, so daß man glauben könnte, daß hier in dem trockenen Klima der Kalk erhaltend auf organische Stoffe wirkt.[1])

Ich habe hier dem Nil deswegen eine längere Betrachtung gewidmet, weil die dort seit alters her betriebene Wasserwirtschaft nicht nur für die tropischen und subtropischen Gebiete vorbildlich gewesen ist, sondern auch uns zur Richtschnur dienen kann, und weil infolge seines Fischreichtums und besonders wegen des geplanten Aalexportes der Nil in letzter Zeit vielfach in der fischereilichen Literatur erwähnt wurde.

Was bedeuten indessen alle auf natürlichem Wege vom Wasser aufgenommenen, teils nützlichen, teils schädlichen Stoffe (Gerb-, Humus-, Mineral-, Ölsäuren, Eisensalze, Ammoniak, toxische freie Kohlensäure u. a. m.) der Unmenge von meist schädlichen Substanzen gegenüber, welche ihm der Mensch aufzwingt? Ebenso wie das größere oder kleinere Gemeinwesen betrachtet nämlich auch jeder Einzelne das Wasser als die bequemste Abladestelle für allerhand Unrat organischen Ursprungs. Ihrem Beispiele folgen die Zuckerrüben-, Stärkefabriken, Brennereien, Brauereien usw.[2]). Sie alle reden sich — vorausgesetzt, daß sie darüber nachdenken wollen — etwaige Gewissensbisse durch die (Poleck) von Pettenkoferschen Theorien von der „Selbstreinigung des Wassers" aus, bedenken jedoch dabei nicht, daß aus naheliegenden Gründen diese Theorien einzig dort Gültigkeit haben können, wo das A derselben, die guten Umsetzungsbakterien, in hinreichender Menge vorhanden bzw. nicht durch schäd-

---

obwohl nach E. v. Wolff, „Ackerbau", S. 56, die tropischen Flächen der Stickstoffzufuhr weit weniger bedürfen als die gemäßigten (s. dagegen Semler, S. 126).

[1]) Während er in unseren Breiten viel eher zu deren Nitrifizierung und dadurch Zersetzung beiträgt.

[2]) Siehe Koenig, „Verunreinigung der Gewässer", II. Aufl., 1899, Marsson u. Schiemenz, Ztschr. f. Fisch., 1901, 1/2, S. 25 ff., Schiemenz u. Cronheim ebenda, 1901, S. 81, Schiemenz 1902, 3, Deutsch. Fisch.-Ztg., Stettin 1904, No. 36 ff., Hofer, „Handb. der Fischkrankheiten", München 1904, Bonne, „Die Reinhaltung der deutschen Gewässer", Leipzig 1902, Ztschr. f. Fischerei 1905, S. 1 ff. u. a. m.

liche Substanzen (Basen, Säuren, Desinfektionsstoffe) in ihrer Tätigkeit behindert, brachgelegt sind.

Unter den heutigen Verhältnissen, unter denen der fast durchweg intensiv kultivierte Boden sämtliche Hilfsmittel eisern festhalten muß, fehlen diese Faktoren aber allermeist.[1])

Zu diesen Effluvien sind auch die Röstwässer des Flachses, Hanfes und einer ganzen Anzahl von ausländischen Gespinstpflanzen[2]) zu zählen, über deren grosse Schädlichkeit für (Flora und) Fauna, insbesondere für die Fische, im Süden wie Norden, Osten und Westen geklagt wird, obwohl ich sie weder in Radziunz noch im Spreewalde selbst in ganz kleinen, stagnierenden Pfützen konstatieren konnte.[3]) Urheber dieser Röste sind ganz bestimmte anaërobe Bakterien, ein Clostridium (Behrens) und Plectridium (pectinovorum Fribes), welche nebst dem Bacillus amylobacter (van Tieghem) und einer ganzen Reihe anderer Kohlehydrate (Zuckerarten) und Pektinstoffe in Kohlensäure, Wasserstoff, Buttersäure usw. zerlegen.[4]) Zu ihnen gesellen sich noch die Zellulosevergärer (Olemanski). Im Verein mit den denitrifizierenden usw. Mikroben sättigen diese Organismen das Wasser besonders am Untergrunde weit über die von den Absorptionskoeffizienten der Gase gebotenen Grenzen hinaus mit den durchweg nicht indifferenten Produkten ihres Stoffwechsels. Nun sind die Fische im allgemeinen zwar imstande, ihr Leben in dem unreinen Wasser zu erhalten, wenngleich die von Hofer und Schiemenz[5]) nachgewiesenen chronischen Vergiftungen sich auch hier einstellen und die betreffenden Tiere gegen gewisse Krankheitserreger sehr wenig widerstandsfähig machen werden, dagegen gehen die Unter-

---

[1]) G. Oesten, „Ursache der Abnahme der Fischbestände", Fisch.-Ztg. 1900, S. 385, 1901, S. 165, Kegel-Calbe, ebenda 1901, S. 113, meine „Untersuchungen der Spreewaldwässer", ebenda 1902, 441, 470, 485 usw., Allg. Fisch.-Ztg. 1902, S. 183, 210, 258 usw.

[2]) Siehe Heinr. Semler, „Die tropische Agrikultur", III. Bd., Wismar 1888, S. 644 ff.

[3]) Siehe außer d. Bem. von Hulwa über das Rösten oder Röten des Flachses in dem kleinen belgischen Flusse Lys Ztschr. f. Fisch. 1895, 3/4, S. 142, Knauthe, Fisch.-Ztg. 1902, S. 709.

[4]) K. Störmer, „Die Tätigkeit der Bakter. bei der Flachs- und Hanfröste", Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges., 18. Jahrg., St. 32, S. 193 ff.

[5]) Schiemenz, Ztschr. f. Fischerei 1902 3, S. 161.

grundtiere um so schneller ein, je weniger gut sie nach dieser Richtung hin organisiert sind, je weniger ihre Alexine die eindringenden Toxine numerisch überwiegen.[1]) Das gilt besonders vom Krebs, diversen Muscheln und Salmoniden, aber auch von der als Bewohnerin der Forellenregion bekannten Mühlkoppe (Cottus gobio).[2]) — Wird aber eine oder die andere Ursache verstärkt, werden insbesondere — wie namentlich bei und vor Gewittern — die im und am Untergrunde absorbierten Gase durch Luftdruckerniedrigung zum Aufsteigen veranlaßt, dann stellen sich auch bei den im freien Wasser und an der Oberfläche sich tummelnden Organismen fast regelmäßig akute Vergiftungen ein.[3])

Die Selbstreinigung des Wassers.

Über diesen wichtigen Vorgang hat Hofer jüngst auf Grund der von ihm und seinen Mitarbeitern durchgeführten Beobachtungen in der Isar, sowie einiger praktischer Experimente interessante Daten veröffentlicht.[4]) Im Gegensatz zu v. Pettenkofer, Poleck u. a.[5]) betont er zunächst die große Überlegenheit der stehenden Gewässer vor den fließenden in bezug auf die Intensität des Prozesses, je langsamer also ein Fluß dahinströmt, desto größer wird ceteris paribus sein Selbstreinigungsvermögen sein; wie schon die gewaltigen Unterschiede in der Produktivität zeigen.

I. Vorgänge, welche die Selbstreinigung vorbereiten: a) die Verdünnung der eingeleiteten Schmutzstoffe, b) die allmähliche mechanische Zerkleinerung und Lösung durch das fließende Wasser, c) die Sedimentierung. — Durch diese vorbereitenden Prozesse wird in der Isar lediglich der optische Effekt der Verunreinigung vermindert. In einer Entfernung von mehr denn 60 km von München lagern sich oft innerhalb acht Tagen Schlammbänke von $^1/_2$ m Mächtigkeit und 50 bis 60 m Länge im Flußbett ab, die, aus absterbenden Pilzrasen und allen möglichen Bestandteilen

---

[1]) Hofer, Handb. d. Fischkrankheiten, München 1904, S. 332/333.

[2]) Hofer, „Über die Vorgänge der Selbstrein. i. Wasser“, Münch. mediz. Wochenschr. 1905, No. 47, S. 2268.

[3]) J. F. Hoffmann-Berlin, „Über eine Ursache des Sterbens der Fische“, Allg. Fisch.-Ztg. 1903, No. 21, S. 399 ff.

[4]) Hofer, Münch. med. Wochenschr. 1905, No. 47, S. 2268 ff.

[5]) Hulwa, „Über die Selbstreinigung der Flüsse“, Ztschr. f. Fisch. 1905, 3/4, S. 153/154.

der Kanalwässer zusammengesetzt, mehr oder minder schnell in stinkende Fäulnis übergehen.[1])

II. Die eigentliche Selbstreinigung besteht: α) in chemischen Umwandlungsprozessen, β) in einer Zersetzung bzw. Umsetzung der organischen Substanz durch lebende Organismen. —

Unter den chemischen Prozessen verstand man früher direkte oxydative Vorgänge der Eiweißkörper, diese Meinung mußte man indessen aus theoretischen Gründen wieder fallen lassen, doch sei hier daran erinnert, daß neuere Versuche sie für den Boden dennoch wahrscheinlich gemacht haben.[2]) — Viel größeren Wert legt man dagegen zurzeit mit Recht auf die durch Mikroben bewirkte Umwandlung der organischen Substanz bzw. stickstoffhaltigen Bestandteile in Ammoniak, Nitrite und Nitrate (Mineralisierungsprozeß). Daß derselbe sich ebenso wie die als Maßstab für seine Intensität anzusprechende Sauerstoffzehrung[3]) bei den von Hofer angezogenen winterlichen Temperaturen (1 bis 2° C), noch dazu im offenen Wasser des reißenden Flusses, nur unmerklich abspielen wird, liegt klar auf der Hand.[4]) Im ruhiger fließenden, stehenden Wasser fällt den Spaltpilzen aber — namentlich bei höheren Temperaturen[5]) — eine sehr wichtige Rolle zu, obgleich, wie Moore u. a. nachgewiesen haben, gerade bei Anwesenheit großer Mengen von gelöster organischer Substanz leicht eine Übersättigung und dadurch eine Trägheit im Stoffwechsel eintritt.[6])

---

[1]) Marsson u. Schiemenz, Ztschr. f. Fisch., IX, 1 u. 2, Cronheim u. Schiemenz ebenda, Schiemenz a. a. O., X, 3, dageg. Hulwa a. a. O., S. 151/152.

[2]) Siehe auß. den Bem. i. Hulwa, „Über die Selbstreinigung d. Flüsse," Ztschr. f. Fisch. 1905, 3/4, S. 143/145, H. Warmbold, „Untersuch. üb. d. Biolog. stickstoffb. Bakt.", Inaug.-Diss., Göttingen 1906, S. 28 ff., A. Koch-Göttingen, Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1906, St. 10, S. 112.

[3]) Knauthe, Biolog. Zentralbl., Bd. XVII, No. 22, XIX, 23 u. 24. Zuntz, Verh. physiol. Ges. i. Berlin 1899—1900, No. 11. Spitta, „Unters. üb. d. Verunr. und Selbstr. d. Flüsse" II, Oxydat.-Vorg., Archiv f. Hyg. 1900.

[4]) A. Koch-Göttingen, Verh. d. Ges. Deutsch. Nat. u. Ärzte, 74. Vers., Leipzig 1903, I, S. 185.

[5]) E. Wollny, Arb. d. Deutsch. Landw.-Ges., Berlin 1898, Heft 36, S. 76 ff., Koch, Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1906, St. 10, S. 112.

[6]) A. Koch, Verh. d. Ges. Deutsch. Nat. u. Ärzte, 74. Vers., I, S. 185.

Nach Dr. Siegl finden sich normalerweise in der Isar etwa ein Dutzend verschiedene Arten von Spaltpilzen. Dazu kommen inner- bzw. unterhalb von München ungeheure Mengen von sehr viel zahlreicheren Spezies: Fäulniserreger, Harnbakterien, Formen, welche Kohlehydrate vergären, nitrifizierende Spaltpilze u. a. m. „Wenn man aber, speziell für die Isar, die Behauptung aufgestellt hat, daß den Bakterien der Löwenanteil an der Selbstreinigung zufällt, und wenn die an verschiedenen Stellen beobachteten Bakterienmengen als der ziffermäßige Ausdruck für die Größe der Selbstreinigung hingestellt würden, so war das ein Irrtum.“ Prausnitz und seine Mitarbeiter haben gezeigt, daß gegenüber den unmittelbar nach Einleitung der Münchener Kanalwässer in der Isar vorhandenen kolossalen Mengen von Bakterien, beim Kilometer 30 unterhalb der Hauptstadt, in der Gegend von Freising, also auf einer Stromstrecke von nur 4 bis 5 Stunden, die Bakterien auf einige Tausend pro Kubikzentimeter abgesunken sind.[1]) Diese Angaben bestätigen Hofer und Siegl im allgemeinen. Auch sie konnten feststellen, daß die Bakterienziffer in Freising — ja, in den Wintermonaten bei 1 bis 2 ^{0} C, zeitweise sogar bei Kilometer **19** unterhalb München — im großen ganzen auf etwa 10000 Keime, also um das Vieltausendfache, sich vermindert hatte, wenngleich in einzelnen Fällen immer noch 30000, 50000 bis 100000 Keime pro ccm sich vorfanden. Aus dieser Tatsache folgerten Prausnitz und seine Mitarbeiter, daß entsprechend der Bakterienverminderung sich auch die Aufzehrung der eingeleiteten Verunreinigungen vollzogen haben müsse, die geringe Zahl der Bakterien also aus dem entsprechenden Schwund der Nahrung resultiere. Dabei berücksichtigten sie jedoch die Schlammabsonderung am Boden nicht, über deren Umsetzung die Bakterienzahlen des Wassers natürlich keinen genügenden Aufschluß geben. Außerdem hätte sich der Nachweis erbringen lassen müssen, daß die im Wasser gelöste organische Substanz nach Freising hin abnimmt. Die verläßlichere gewichtsanalytische Methode bzw. die N bestimmung nach Kjeldahl lieferte indessen Zunahmen von **20** bis **30** Prozent. Die Mikroben können mithin nicht gut wegen Mangel an Nahrung abgenommen haben, sondern die Ursachen müssen andere sein:

---

[1]) Prausnitz, „Der Einfluß der Müncher Kanalisation auf die Isar usw.“, München 1899. — Vergl. ferner Prausnitz, Hyg. Rundschau 1903, No. 6. Hulwa, Ztschr. f. Fisch. 1905, S. 146.

Temperatur,[1]) Sauerstoffgehalt,[2]) Übersättigung, Sedimentierung u. a. m. — Das Gesagte gilt natürlich auch für die langsam fließenden Gewässer bei niedriger Temperatur, und gerade auf der Tatsache, daß diese alle Um- und Zersetzungsvorgänge wie im Boden so im Wasser hintanhält, gleichzeitig aber auch die Absorption von Sauerstoff aus der Luft begünstigt, fußend, habe ich seinerzeit die Anwendung der „Wuhnen“ und das Umrühren des Wassers in der Teich- und Seenwirtschaft empfohlen.[3]) Über die bei höheren Temperaturen lediglich unter bakterieller Einwirkung sich einstellenden Umsetzungen und Zersetzungen und deren ausschlaggebende Rolle bei der Selbstreinigung siehe das Nähere in J. Koenig oder F. Fischer.[4])

Neben den Bakterien sind bei der Selbstreinigung der Isar spezifische Abwasserpilze, wie Sphaerotilus natans, Leptomitus lacteus, ferner eine Reihe von Schimmelpilzen (Penicillium glaucum u. a. m.) beteiligt. Zwischen den Steinen und an deren Unterseite sitzend und von dort aus bis tief in den Boden hinein wuchernd, entwickeln sie sich besonders zur kalten Jahreszeit äußerst üppig, sterben aber nach kurzer Vegetationsdauer (wohl ebenfalls infolge von Übersättigung) ab. Obwohl ihre Nahrung auch aus stickstoffhaltigen Substanzen besteht, wuchern sie in der Hauptsache auf Kosten der gärungsfähigen Zuckerarten.

Über die Algen und deren Anteil an dem Prozesse der Selbstreinigung, der nach O. Loew, Th. Bokorny, Klebs, E. Debes u. a. sogar sehr beträchtlich ist, verliert Hofer bezüglich der Isar kein Wort, dagegen betont er S. 2269 folgendes:

---

[1]) Wollny a. a. O., S. 76 ff. A. Koch, Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1906, St. 10, S. 112.

[2]) A. Koch, Verh. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte, 74. Vers., Leipzig 1903, S. 189 ff.

[3]) Knauthe, „Beobachtungen über den Gasgehalt der Gewässer im Winter“, Biol. Zentralblatt 1899, 23 u. 24, „Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 335 bis 343, Zuntz, „Über den Kreislauf der Gase im Wasser,“ Verhandl. d. Phys. Ges., Berlin, 1899 bis 1900, 11, S. 67 ff., Schimanski, Mitt. westpr. Fisch.-Ver., XIII, S. 22.

[4]) J. Koenig, „Die Verunreinigung der Gewässer“, 2. Aufl., Berlin 1899, I, 217 ff., F. Fischer, „Das Wasser, seine Verwend., Rein. u. Beurt.“, 3. Aufl., Berlin 1902, S. 128 ff., s. a. Hulwa, „Beiträge z. Schwemmkanalisation und Wasservers. d. Stadt Breslau“, S.-A. a. d. Ergänzgsh. z. Zentralbl. f. allg. Gesundheitspfl., Bonn 1884, Heft 2, „Über die Selbstreinigung d. Flüsse“, Ztschr. f. Fisch. 1895, Heft 3/4 u. a. m.

„Überblicken wir somit den ganzen Vorgang der Selbstreinigung der Isar, so sehen wir, daß derselbe sich im wesentlichen am und im Boden abspielt. Die Selbstreinigung ist nicht nur hier, sondern, wie überhaupt in den Gewässern, auch in den langsam fließenden und stehenden, zunächst in der Hauptsache eine Funktion des Bodens. In den stehenden Gewässern spielt freilich die Zersetzung der organischen Substanz im Wasser selbst gleichfalls eine sehr bedeutende Rolle, denn hier finden sich außer den bodenständigen Organismen auch noch ungeheure Massen von sog. Planktonlebewesen ein, niederen Pflanzen und Tieren, die gleichfalls an der Zersetzung der organischen Substanz einen ihrer Masse entsprechenden Anteil haben.“ [1])

Tiere: Protozoën, namentlich Rhizopoden, Flagellaten, Infusorien, ferner der Hauptmasse nach Schlammwürmer: Tubifex, Nais, Phreorcytes, Chaetogaster etc., Insektenlarven Chironomus plumosus u. a., ferner niedere Krustazeen und Muscheln.[2]) Dieses bunte Gemisch hält sich nicht im freien Wasser der Isar auf, denn dazu, gegen den scharfen Strom anzukämpfen, fehlt den Tieren jede Möglichkeit, dieselben sind vielmehr gezwungen, am und im Boden zu vegetieren. Nicht bloß oberflächlich, sondern bis zu einer Tiefe von 1 m hinab sind sie unterhalb von München in ungeheuren Massen und Zahlen vorhanden, kann man doch etwa bei Kilometer 10 unter der Fläche eines großen Tellers von zirka 600 qcm, wenn man hier Metallzylinder in den Boden treibt und den Aushub durchsiebt, allein an Schlammwürmern mit bloßem Auge etwa 2000000 Stück feststellen, während oberhalb München nur nach langem Suchen vereinzelte Exemplare zu finden sind. Auf der Strecke von München bis Freising sind sie dagegen nach Hunderten von Zentnern vorhanden, so daß ihre Arbeit bei der Selbstreinigung täglich auf Tausende von Kilogramm organischer Substanz geschätzt werden muß.

„Die Tätigkeit dieser Tiere vollzieht sich in der Weise, daß

[1]) Siehe Hulwa a. a. O., Zuntz, Verh. Physiol. Gesellsch., Berlin 1899, 11, S. 67 ff., die verdienstvollen Arbeiten von Marsson u. Schiemenz, Ztschr. f. Fisch., IX, 1 u. 2, S. 25, Cronheim u. Schiemenz ebenda, S. 85, Schiemenz ebenda X, 3, S. 147 ff., 192 ff., über die Abwässer d. Zucker- u. Stärkefabriken, Lauterborn, Ztschr. f. Fisch., IX, 1 u. 2, S. 1 ff.

[2]) Marsson u. Schiemenz a. a. O., Lauterborn a. a. O., Seligo, Mitt. westpr. Fisch.-Ver., Febr. 1904.

dieselben die am Boden sich ablagernden Sedimente direkt aufnehmen und sich damit in die Tiefe zurückziehen, wo sie sie in Ruhe verzehren können. Infolgedessen ist auch der Grund der Isar mit Fäkalien dieser Tiere, sowie mit Anteilen der Schlammablagerung direkt, ferner mit den oben genannten Pilzen mehr oder minder stark durchsetzt und in Fäulnis begriffen, so daß an vielen Plätzen der Grund in einiger Tiefe sogar die bekannte schwarze Farbe aufweist, wie man sie überall am Boden der

Fig. 2.
Oberhalb Breslau verhältnismässig reines Wasser.

Gewässer antrifft, wo organische Substanzen sich im Übermaß ablagern.[1]) Zu der Einlagerung der sedimentierten Körper in den Boden trägt freilich auch die ständige Bewegung des Bodens selbst bei, die namentlich bei steigendem Wasser nicht ganz unbedeutend ist. Bei Hochwasser ziehen sich die Tiere in die Tiefe zurück, um dann nach Verlauf desselben wieder in der Nähe der Oberfläche zu erscheinen.

[1]) Die Tätigkeit dieser Tiere entspricht also jener der Regenwürmer im Boden, s. Ch. Darwin „The formation of vegetable mould", London 1888.

Übersieht man diese ganze tierische Lebewelt, so erinnert dieselbe auf den ersten Blick an die Tiergemeinschaften, welche in den modernen sogenannten Oxydationskörpern bei der biologischen Selbstreinigung sich allmählich einfinden.[1] Es sind vielfach dieselben Arten, deren Tätigkeit ja auch in diesen Tropfkörpern zwischen den Kohlenschlacken eine erhebliche ist.

Wenn schon eingangs angedeutet wurde, daß bei der Selbstreinigung der Isar die Sedimentation als vorbereitender Vorgang

Fig. 3.
Inmitten der Stadt vor Einmündung der Kanäle.
Bedenkliches Wasser.

eine große Rolle spielt, so ist die allmähliche Aufzehrung der sedimentierten Körper der Hauptsache nach auf die Tätigkeit dieser niederen im und am Boden lebenden Tiere zurückzuführen. Dieselben werden naturgemäß, wenn sie an die Oberfläche kommen,

[1]) K. Thumm, „Augenblicklicher Stand der Abwässerreinigung nach dem sogenannten biologischen Verfahren“, Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1905, Stück 23, S. 157 ff., Dunbar u. Thumm, „Beitrag z. derz. Stande der Abwasserreinigungsfrage“, München u. Berlin, 1902, S. 27, Dunbar u. Korn, „Zur Desinfekt. v. Abwäss. mit gleichzeitig. Reinig. ders.“, Ges. Ing., 1904, No. 2.

vielfach von Fischen verzehrt. Man darf aber hieraus nicht schließen, daß sich in der Isar nun ein reicher Fischbestand infolge dieser Nahrungsmengen entwickelt haben würde. Es wäre das wohl der Fall gewesen, wenn nicht die ungeheure Verpilzung der Isar das Aufkommen der am Boden abgelagerten Fischeier vollständig verhindern würde.

Alle unsere Süßwasserfische laichen am Grund und am Ufer auf fester Unterlage,[1]) viele sogar, wie die Edelfische, im Boden

Fig. 4.
Inmitten der Stadt nach Einmündung der Kanäle.
Stark verunreinigtes, schlechtes Wasser.

selbst. Ihre Eier werden hier rettungslos ein Opfer der Pilze, und die Vermehrung der Fischwelt ist damit unterbunden. Die stark

[1]) Das stimmt wohl nicht recht. Auch in der Isar legen verschiedene Fische, Lauben usw., ihren Laich an Pflanzen usw. ab, und gleichwie dieser Laich 1905 in dem total verschmutzten Ernst-August-Kanal in Wilhelmsburg, in der Veddel, Peute, Alster, sowie im Hamburger Stadtgraben sogar ganz vorzüglich auskam, wird er sich auch in der Isar gut entwickeln. Daß von den Oberflächen- usw. Fischen sich verhältnismäßig nur wenige auf der Strecke München-Freising vorfinden, hat vielmehr seinen Grund darin, daß die meisten Arten — die Lauben usw. ausgenommen — organisch verschmutztes Wasser perhorreszieren.

verunreinigten Stellen der Isar rekrutieren daher ihren Fischbestand aus den Nebenflüssen und dem reineren Unterlauf. Ein Fischreichtum ist aber aus den genannten Gründen unmöglich.

Nebenbei sei bemerkt, daß ein durch die Abwässer verursachter eventueller Fischreichtum ein Danaergeschenk wäre, denn die Fische, welche in der Isar unterhalb München bis etwa zu Kilometer 20 ihre Nahrung finden, haben leider einen sehr unangenehmen, nicht zu verkennenden Fäkaliengeschmack an-

Fig. 5.
Bei Masselwitz, 9 km unterhalb Breslau.
Begonnene Selbstreinigung.

genommen. Daß einige Fischspezies, die nicht nur am Boden laichen, sondern spezifische bodenständige Formen sind, wie z. B. Cottus gobio, verschwunden sind, ist begreiflich, da es diesen Tieren unmöglich ist, sich zwischen den Pilzen und in unmittelbarer Nähe ihrer fauligen Zersetzungsprodukte zu halten.“

Wie Hofer selbst angibt, ist die Isar ein reißender Fluß, und sind mithin die dort gewonnenen Resultate unter keinen Umständen zu verallgemeinern. In der Isar werden zunächst sowohl die Fäkalmassen als auch die Bakterien einfach zu Boden gerissen werden, genau wie das A. Gasch von den Verun-

reinigungen der Bialka schildert (s. hinten). In dem rasch strömenden Wasser können sich ferner weder Algen noch tierische Planktonten genügend entwickeln, über deren gewaltigen Anteil an der Verarbeitung der Massen uns jüngst erst wieder K. Brandt in Kiel sehr interessante Daten gegeben hat, und auf deren Schalten und Walten ja größtenteils die von Hofer selbst gerühmte gewaltige Produktivität des Dorfteiches basiert u. a. m. So muß eben der Prozeß der Selbstreinigung in der Isar mehr und mehr

Fig. 6.
Bei Dyhernfurth, 32 km unterhalb Breslau.
Vollendete Selbstreinigung.

am Grunde sich abspielen, die Verarbeitung der Fäkalien solchen Organismen zufallen, welche anderorts, beispielsweise im Dorfteiche, aber auch in recht langsam strömenden Gewässern, nur in der Minderzahl vertreten sind u. a. m. Auf diese Verhältnisse kann unmöglich hier näher eingegangen werden, wohl aber halte ich es für durchaus angebracht, die älteren, grundlegenden Untersuchungen von Hulwa über die Selbstreinigung der Oder, also eines langsamer strömenden Flusses, im Bannkreise der Stadt Breslau in bildlicher und tabellarischer Form hier wiederzugeben. Skizzen wie Tabellen sind so klar und übersichtlich, daß sich

Durchschnittsbefunde des Oderwassers oberhalb, innerha

Laufende No.	Ort der Entnahme des Wassers	Allgemeine Beschaffenheit des Wassers	Chemischer Befund — Chemischer Befund in 1 l — Rückstand: Gesamtrückstand mg	Rückstand: Glühverlust mg	Rückstand: Glührückstand mg	Oxydierbarkeit: Bedarf an Sauerstoff mg	Oxydierbarkeit: Bedarf an Kaliumpermang. mg	Oxydierbarkeit: Berechnet a. org. St. mg	Ammoniak mg	Albuminoid-Ammoniak mg	Salpetersäure mg	Salpetrige Säure m
1.	Durchschnitt des Wassers vom oberen Laufe der Oder unterhalb der Stadt Ohlau	Getrübt mit schwachem, fremdartigem Geruch, schwach alkalisch	155,0	29,0	126,0	2,68	10,58	52,9	0,07	0,047	1,00	Sp
2.	Am Wasserwerk unmittelbar vor Eintritt in die Stadt Breslau	Im allgemein. wenig getrübt, beim Stehen bald klar werdend, geruchlos, alkalische Reaktion	168,9	37,8	131,1	4,22	16,66	83,30	0,076	0,24	0,89	Sp
3.	Innerhalb Breslau vor Einmündung der Kanäle	Meist ziemlich getrübt mit größerem Bodensatz, alkalische Reaktion, Geruch zuweilen fremdartig	172,3	39,0	136,7	4,42	17,46	87,3	0,203	0,24	0,72	Sp
4.	Unmittelbar nach der Einmündung der Kanäle innerhalb der Stadt Breslau	Im allgemein. sehr trübe durch Schwebestoffe, alkalisch; sehr widerlichen Geruch zeigend	532,8	179,2	353,6	24,82	98,25	491,25	10,34	2,98	0,85	0
5.	In einiger Entfernung unterhalb der Kanäle, wo die Mischung des Kanalinhaltes mit dem Strome noch nicht vollständig erfolgt ist	Im allgemein. trübe durch reichliche Schwebestoffe, meist faulig riechend, je nach dem Wasserstande; alkalisch	196,1	57,8	138,3	5,77	22,79	113,95	1,12	0,535	0,67	Stä Sp
6.	Nach Austritt aus der Stadt Breslau und nach bereits erfolgter Mischung der Sielwässer mit dem Strome	Von wechselndem Aussehen, je nach d. Wasserstande, meist fremdartig riechend; alkalisch	185,6	42,8	142,8	5,799	22,90	114,5	1,124	0,422	0,985	Stä Sp
7.	Bei Masselwitz 9 km unterhalb der Einmündung der Kanäle	Im allgemein. etwas reicher an Schwebestoffen als das Wasser oberhalb der Stadt; geruchlos, schwach alkalisch	179,0	43,3	135,7	4,35	17,19	85,95	0,48	0,33	0,87	Stä Sp
8.	Bei Herrnprotsch nach Einmündung der Nebenflüsse Weide u. Weistritz 14 km unterhalb Breslau	Getrübt und schwach opalisierend, geruchlos, schwach alkalisch	194,0	28,0	166,0	5,84	23,068	115,34	0,175	0,30	1,50	Sp
9.	Bei Dyhernfurth 32 km unterhalb Breslau	Im allgemein. etwas stärker getrübt als das Wasser am Wasserwerk oberhalb Breslau, sonst nichts Abnormes	185,4	34,2	151,2	4,32	17,06	85,30	0,154	0,226	1,28	Sp
	Durchschnittl. Zusammensetz. der Breslauer Sielwäss.	Sehr trübe, fauliger Geruch; Reaktion alkalisch	729,2	—	—	16,90	66,75	333,97	30,32	2,58	0	(

d unterhalb Breslau zur Zeit der Einleitung von Sielwässern.

		Mikroskopischer Befund					
				Saprophile			
g	Gesamthärte mg	Bemerkungen	Saprogene Bakterien	Pilze	Infusorien	Algen und Diatomeen	Zufällige Beimengungen
37	49,8	—	Wenige Mikrokokken	Selten Leptothrixfäden	Amöben und vereinz. Monaden Actinophrys, Difflugia	Zahlr. Algen u. Diatomeen in verschiedenen Formen	—
78	58,8	—	Wenige Mikrokokken	Vereinzelt Leptothrix	Einzelne Monaden	Zahlr. Diatomeen u. Algen in verschied. Formen	—
01	46,7	—	Bacter. thermo, seltener andere Formen	Ziemlich reichlich Leptothrix, auch vereinzelt Sphaerotilus natans	Paramaecien, Monaden, Amöben	Protococcus, Raphidium, Diatomeenpanzer	Einzeln. tier. und pflanzl. Fasern
76	60,6	Beim Veraschen entwickelt der Rückst. stets d. Geruch n. versengend. Haaren, Harnstoffreakt.	Zahlreiche und lebhafte Bakter. in verschiedenen Formen	Leptothrix, Cladothrix, Beggiatoa, alle sehr zahlreich vertret.	Zahlreiche Monaden und Fäulnisinfusorien	Diatomen und Algen selten	Wollhaare, pflanzl. und tierische Reste sehr häufig
29	54,5	Auch hier beim Veraschen des Rückst. Geruch n. verbrennend. Haaren, zuweil. Harnstoffreakt.	Zahlreiche und lebhafte Bakter. in verschiedenen Formen	Leptothrix, Cladothrix u. andere Pilzfäden	Vielfache Fäulnisinfusorien	Algen und Diatomeen hin u. wieder vorhanden	Mineralisch. u. organisch. Detritus
,99	57,3	Beim Veraschen des Rückstandes noch deutl. Geruch nach versengend. Haaren	Häufig Bacter. thermo u. and. Formen	Leptothrix, Sphaerotilus ziemlich reichlich vertreten	Actinophrys, Monaden und and. Fäulnisinfusorien	Auch hier Algen u. Diatomeen in geringer Zahl	Vielf. Detritus
,411	54,1	Beim Veraschen des Rückstandes schwach. Geruch nach versengend. Haaren	Bacter. thermo u. and. Formen häufig beobacht.	Leptothrix und andere Pilzfäden selten. vorhand.	Auch hier Fäulnisinfusor. in verschied. Formen	Diatomeen u. Algen reichl. auftretend	Detritus
,36	78,4	Beim Veraschen des Rückstandes ohne sond. Geruch	Bakterien selten	Selten Leptothrix und andere Pilzfäden	Infusorien verhältnismäßig selten	Zahlr. Algen u. Diatomeen	—
,31	57,5	—	Bakterien treten ganz zurück	Pilzvegetation fast ganz verschwunden	Monaden	Sehr zahlr. Algen u. Diatomeen in verschied. zierl. Formen	—
,59	—	Schwebestoffe = 210,84. Gesamtstickstoff = 40,49.					

weitere Bemerkungen erübrigen. Die in den Figuren 2 bis 6 dargestellten und mit Ziffern versehenen Organismen sind:

1. Mikrokokken,
2. Bakterien,
3. Zoogloeen,
4. Bazillen,
5. Spirillen,
6. Spirochäten,
7. Leptothrix,
8. Cladothrix,
9. Sphaerotilus,
10. Beggiatoa,
11. Leptomitus,
12. Pilzfäden u.-sporen,
13. Actinophrys,
14. Monaden,
15. Amöben,
16. Euglena,
17. Euplotes,
18. Colpoda,
19. Paramaecium,
20. Trachelium,
21. Enchelys,
22. Glaucoma,
23. Oxytricha,
24. Chilodon,
25. Coleps,
26. Anthophysa,
27. Navicula,
28. Melosira,
29. Fragillaria,
30. Surirella,
31. Synedra,
32. Cymbella,
33. Pinnularia,
34. Nitzschia,
35. Cymatopleura,
36. Cyclotella,
37. Asterionella,
38. Gomphonema,
39. Gomphonella,
40. Paphidium,
41. Scenedesmus,
42. Pediastrum,
43. Polyedrium,
44. Cosmarium,
45. Pandorina,
46. Coelastrum,
47. Gonium,
48. Closterium,
49. Protococcus,
50. Oscillaria,
51. Lyngbya.

Im Anschluß an seine Ausführungen und längere Betrachtungen über die Größe der Selbstreinigungskraft bei stehenden, fließenden und reißenden Gewässern weist Hofer — wie bereits früher in „Allgem. Fisch.-Ztg.“ 1903, No. 16, S. 297 — auf eine bisher wenig beachtete Methode der Abwässerreinigung und Verwertung hin. Es ist die Einleitung organischer Stoffe in einfache Erdteiche. Statt dieselben in zementierten, sogenannten Klärgruben der Fäulnis anheimzugeben, sie ausfaulen zu lassen, kann man dieselben flächenhaft auf größerem Grund ausbreiten, mit anderen Worten, Fischteiche herrichten, für entsprechende Besiedelung mit Pflanzen und Tieren Sorge tragen (Oesten-, Jaffésches Umsetzungsverfahren),[1]) und es werden sich dieselben Prozesse abspielen, wie wir sie von unseren Dorfteichen kennen, in denen große Massen organischer Stoffe meist ohne die unangenehmen Erscheinungen der Fäulnis auf normalem Wege sich selbst reinigen und obendrein bedeutende Mengen an Fischfleisch produzieren.

In der ursprünglichen Notiz (s. a. „Ill. Landw. Ztg.“ 1905, 2, S. 31) wurde ausdrücklich betont, daß bei diesem Versuche die Schwebstoffe in einer Versitzgrube abgefangen, die gelösten

[1]) Allg. Fisch.-Ztg. 1901, No. 6, S. 117 ff.

Substanzen jedoch direkt nach einem größeren, als Fischweiher fungierenden Erdteich geleitet wurden (Oestensches Verfahren).[1])

Derartige Versuche haben beispielsweise mit der Reinigung der Abwässer einer Genossenschaftsbrennerei in Taufkirchen bei München von täglich 100 cbm Abwässer in einem Teich von 800 qm Grundfläche und einer Verdünnung des Wassers mit etwa dem doppelten Quantum reinen Quellwassers vollkommen zum Ziele geführt.

Es wurde in diesem Teiche die im Wasser vorhandene (pro Liter 198 mg) Zuckermenge vollständig aufgezehrt, und der Stickstoff sank von 9 auf 5 mg.[2]) Das in den vorüberfließenden Hachingerbach abgeleitete Wasser blieb nach dieser Reinigung von Pilzen, die ihn vorher völlig überwucherten, vollkommen rein. Leider ist infolge zufälliger Wasserbauten das Verdünnungswasser in diesem Weiher in späteren Jahren abgegraben worden. Die normale biologische Selbstreinigung ist daher in eine Fäulnis umgeschlagen. Der Teich wirkt zurzeit nur noch als Faulkammer.

Das wäre — wie Beispiele zeigen — unter den früheren Verhältnissen, aber auch namentlich dann sehr bald eingetreten, wenn nicht durch eine sehr rationelle Sömmerung für eine Wiederauffrischung der fermentativen Kräfte im Sinne von Weber-Bremen gesorgt worden wäre. In solchen Teichen wird man vielmehr nur dann auf die Dauer gute Resultate erzielen, wenn man sie abwechselnd ausschalten und den Boden einen Sommer über als Schwarzbrache liegen lassen bzw. sehr verständig landwirtschaftlich kultivieren kann, oder wenn man ihn nach dem Vorschlage von A. Hübner tüchtig bewegt[3]) und gleichzeitig das Wasser mit der von mir angegebenen „Fermenterde“ impft.[4])

Interessant sind gerade im Hinblick hierauf die Versuche, die Drainwässer der städtischen Rieselfelder, die ja in vielen Fällen

---

[1]) Ges. Ing. 1899, No. 8, 1899, No. 7.

[2]) Diese und ähnliche Beobachtungen von Schreib, „Wasserpilze und Kalkreinigung“, Berlin 1904, würden die Theorie, daß die Kohlehydrate in erster Linie die Pilzvegetation fördern, stützen. S. dagegen F. Schikora, Ztschr. f. Fischerei, VII, 1, S. 10. R. Kolkwitz, Mitt. Kgl. Prüfamt. f. Wasservers. und Abwässerr., Berlin 1903, Heft 2, S. 35 ff.

[3]) H. Warmbold, „Unters. üb. d. Biologie stickstoffbind. Bakt.“, Inaug.-Diss. Göttingen 1905, S. 81 ff.

[4]) Magdeburgische Zeitung 1905, No. 540 v. 3. Oktober.

noch überreich an Nährstoffen, Nitraten, Nitriten usw. sind, piscikulturell zu verwerten. — Malchow, Großbeeren bei Berlin. — Beide sind, obwohl sie reichlich gute Fische produzierten, wieder eingegangen. Jüngst Dortmund[1]) und Berlin. Über die Berliner Neuanlagen schreibt mir A. Hübner folgendes: „Vor 20 Jahren legte Fischereidirektor Strauß aus Köslin bei Großbeeren Karpfenteiche an. Es gab Verluste, außerdem starb Strauß sehr bald, und es kam eine Gesellschaft mit einem Kohlenhändler und schließlich mit dem chinesischen General von Hannecken an der Spitze. Unter ihm wirkte ein Neffe, Hauptmann v. H., als Direktor und O. Herrguth als Fischmeister. — Die Fläche wurde bis auf etwa 600 Morgen vergrößert, aber das Wasser verdunstete und versickerte so schnell, daß Tag und Nacht mehrere Lokomobilen pumpen mußten; außerdem riesige Wucherung von Schilf, hohe Unkosten für dessen Beseitigung, schlechte Anlage der Streichteiche, keine Brut, infolge davon Besatz oft knapp oder zu teuer.[2])

Nun scheint es mir, daß das im Acker filtrierte Rieselwasser zwar noch viel Nährstoffe führt, im Stau aber zu streng ist, die Karpfen leiden, es muß mithin dauernder Durchstrom geschaffen werden, und diese Beschaffung verschlang in Großbeeren den Verdienst.[3])

In Malchow hat — ebenfalls vor 20 Jahren — Oesten Teiche angelegt (6 Stück mit in Summa 6 Morgen Fläche), und Forellen und Maränen gediehen in ihnen derart, daß bei Virchows und v. Forkenbecks Doppeljubiläum Forellen als Delikatesse verspeist wurden. Diese Teiche hatten natürlich Durchstrom.

Im Jahre 1904 hat Geh. Reg.-Rat Prof. Zuntz wissenschaftliche Versuche angestellt.[4]) Auch Dr. Schiemenz hat jetzt — wie

---

[1]) Allgem. Fischerei-Zeitung 1902, No. 23, S. 436—437, G. Oesten, Fisch.-Ztg. 1904, S. 565, außerd. d. interessanten Berichte des Vorstand. vom Fischerei-Verein Dortmund, aus denen hervorgeht, daß die Fische auf den dortigen Rieselfeldern stets gesund geblieben sind und sich ganz vorzüglich entwickelt haben.

[2]) Die bezüglichen Ausführungen von Vogel, „Ausf. Lehrb. d. Teichwirtschaft", Bautzen 1905, III, S. 197, entsprechen nicht der Wirklichkeit.

[3]) Fischerei-Zeitung 1898, S. 652, Allgem. Fisch.-Ztg. 1902, S. 33, Oesten, Fischerei-Zeitung 1904, S. 565.

[4]) Cronheim, Fischerei-Zeitung 1905, S. 779, 780, 793 ff.

vorher Prof. Marsson[1]) — diese Abwässer untersucht, während ein städtischer Beamter dauernd und seit Jahren dieselben analysiert.

Ich wurde im November vorigen Jahres gerufen. Bei Birkholz und Diedersdorf südlich von Berlin werden neue Karpfenteiche angelegt, ca. 20 bis 25 Morgen mit Durchstrom, bei Buch nördlich von Berlin 40 Morgen neu. Bei Blankenburg (Malchow) ist ein 16 Morgen großer, durchströmter Teich schon lange im Betrieb. Derselbe brachte 1905 einen Karpfen- und Schleienzuwachs von 15 Zentnern, also nahezu 1 Zentner pro Morgen.

Es ist ferner beabsichtigt, in den vielen Stromgräben Forellen zu ziehen.

Als Feinde treten hier hauptsächlich die vielen Krähen auf.

Das durchgesickerte Rieselwasser erscheint also für Karpfen, Forellen und Schleien vorzüglich; diese Fische befinden sich wohl darin, wenn die Teiche nicht Stauwasser, sondern Durchstrom haben, und in durchstömten Teichen hat die Fischzucht auf den Rieselfeldern zweifelsohne auch eine gute Zukunft."

Der Dorfteich.

Eine eingehendere Schilderung der bei der Selbstreinigung sich abspielenden Vorgänge, wie sie anknüpfend an die Ausführungen von Hofer, Hulwa u. a. im vorausstehenden gegeben wurden, gehört um so weniger in den Rahmen dieses Buches hinein, als ich bei der Besprechung der einzelnen Substanzen und ihrer Wichtigkeit für den Stoffkreislauf noch vielfach Gelegenheit finden werde, auf sie zurückzukommen. Interessenten verweise ich auf die erschöpfenden einschlägigen Werke von F. Fischer[2]) und J. Koenig[3]), von denen das letztere neben einer Fülle von analytischen Daten zudem eine sehr eingehende Beschreibung aller bis dahin

1) Mitteil. a. d. Kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorg. u. Abwässerbeseitig. von A. Schmidtmann u. C. Günther, Heft IV (1904), s. a. d. Ref. von Zacharias, Deutsche Fisch.-Ztg. 1904, No. 43.

2) „Das Wasser. Seine Verwertung, Reinigung und Beurteilung", 3. Aufl., Berlin 1902.

3) „Die Verunreinigung der Gewässer", 2. Aufl., Berlin 1899, 2 Bde.

aufgetauchten Reinigungsverfahren für städtische und industrielle Abwässer bringt.

Weit wichtiger und notwendiger erscheint es mir, die Vorgänge im Dorfteiche, so wie sie mir auf Grund meiner bisherigen Beobachtungen und Untersuchungen sich abzuspielen scheinen, einer kurzen Betrachtung zu unterziehen. Seit der interessanten und in mehr als einer Beziehung lehrreichen Schrift von Junge[1]) sind über diese Pfützen schon Ballen von Papier verdruckt worden, trotzdem hat man sich um die feineren Details herzlich wenig gekümmert. Dieses Faktum ist um so bedauerlicher, als uns gerade die Vorgänge im Dorfteich den Weg für eine Ausnutzung der in die Flüsse gelangenden und dort schädlich wirkenden organischen Massen zeigen, denn die in ihm sich abspielenden Prozesse sind in ihrer Gesamtheit eben weiter nichts anderes als die Selbstreinigung optima forma!

Die Viehtränke rühmt der eine als das Nonplusultra von Produktivität, der andere wieder stellt sie als Beispiel für eine wirklich intensive, rationelle Wirtschaft hin u. a. m., während ein dritter behauptet, daß die dort getriebene Wirtschaft trotz ihrer Intensität alles andere eher denn ökonomisch und nachahmenswert, im Gegenteil hochgradig verschwenderisch ist. Wer von diesen dreien hat nun recht? Ich glaube, eigentlich keiner, meiner Meinung nach liegt die Wahrheit vielmehr genau in der Mitte, so zwar, daß in den extremen Fällen jede Partei recht behalten wird, für das Gros jedoch, wie gewöhnlich, die Mittelstraße gilt. Von einem Schematisieren und Schablonisieren, wie es in der Fischzucht und Hydrobiologie leider nun einmal nur allzu oft geschieht, kann im vorliegenden Falle füglich die Rede nicht sein, weil — ganz abgesehen vom Boden — die Nährstoffquellen eines jeden Weihers aus naheliegenden Gründen verschieden sein werden. Zunächst differiert die Art und Menge des auf den Pfützen sich tummelnden Geflügels bzw. in dieselben getriebenen Groß- und Kleinviehs ebenso stark wie deren jeweiliger Ernährungszustand. Hier gelangen nebenbei (bei Regengüssen) noch die Abflüsse der Düngerstätten und Aborte einer schlecht fütternden und sich selbst wenig gut beköstigenden Arbeiterbevölkerung, dort wieder von intensiv und rationell mästenden reichen, kräftig

---

[1]) „Der Dorfteich“, Kiel 1890.

essenden Bauern in die Lachen hinein und ersetzen das, was ihnen an Quantität gebricht, reichlich durch ihre Qualität, besonders ihren Reichtum an Phosphorsäure und Kalk, diesen beiden wichtigen Faktoren im Stoffkreislauf des Wassers. An einer Stelle ist der Boden am Ufer sandig, also einmal tätig, andererseits gegen die von den Tieren bewirkte ständige Benetzung sehr wenig empfindlich, anderorts wieder bildet ein strenger, nasser, sehr träger Ton die Umsäumung und den Untergrund der Pfützen usw.

Betrachten wir uns die Verhältnisse im Teich selbst etwas näher, so finden wir fast durchweg ein gewaltiges Überwiegen der gelösten Stoffe vor den im Untergrund lagernden, und zwar sind die ersteren in um so höherem Maße im Vorteil, je mehr der Schlamm von den Hufen, Klauen und Füßen des badenden Viehes bzw. den Schnäbeln des Wassergeflügels bearbeitet wird; einzig dort, wo der Eintrieb fehlt oder sporadisch erfolgt und infolge davon in keinem Verhältnis zu der Menge des Geflügels steht, kann man eine größere Ablagerung humoser Massen über der Schlammschicht beobachten, welche, je nach den Umständen, in längerer oder kürzerer Zeit die Form des sauren Humus annehmen und schließlich vertorfen k ö n n e n. Das Gesagte gilt natürlich dort, wo die abgelagerten Kotmassen durch die bei Regengüssen eingeschwemmten Sand- bzw. Bodenmengen verdeckt werden, in verstärktem Maße. — Unter den gelösten Substanzen nimmt nun die organische, und zwar die f ä u l n i s f ä h i g e a g i l e F o r m d e r s e l b e n, b e i w e i t e m d i e e r s t e S t e l l e e i n. Daneben kommt außer organischen Stickstoffverbindungen noch das bei der Harnstoffzersetzung sich stets einstellende kohlensaure Ammoniak in Betracht. Im Verhältnis zu diesen dreien treten die Mineralstoffe um so mehr zurück, je irrationeller nach dieser Richtung hin das liebe Vieh ernährt wurde. Zwar gelangen laut Ausweis der Tabellen von v. W o l f f, S t u t z e r u. a. speziell durch den Kot des Wassergefügels verhältnismäßig beträchtliche Quantitäten von Kalk und Phosphorsäure in die Lachen hinein und werden hier, durch Bakterien und Fermente aufgeschlossen, wasserlöslich gemacht. Zugegeben, daß dieser Prozeß wie die weiteren fermentativen Vorgänge im Dorfteich äußerst rapide verläuft, so ändert das an dem Gesagten doch nicht ein Jota, denn die in den Tabellen enthaltenen Zahlen sind eben D u r c h s c h n i t t s w e r t e, welche beispielsweise auf die hiesigen oder galizische Verhältnisse

durchaus nicht passen. So kommt es denn, daß über dem Dorfteich kaum minder drohend als über dem ärmlichsten Karauschentümpel das Gesetz vom Minimum schwebt, jene gewaltige Naturkonstante, welche manchem Land- und Wasserwirt schon herbe Verluste gebracht hat und um die uns keine noch so scharfsinnigen Betrachtungen über die gegenseitige Ersetzlichkeit der Nährstoffe herumzubringen vermögen. Ob das im Karauschentümpel der Stickstoff, im Entenpfuhl dagegen die Phosphorsäure ist, tut gar nichts zur Sache, es fehlt eben ein unersetzlicher Komponent, und dieser eine Komponent läßt das Ganze stocken, egal, ob die anderen Nährstoffe in knappen oder stark überschüssigen Mengen vorhanden sind. Beim Dorfteich gilt dieser Satz aus dem Grunde aber in verstärktem Maße, weil die in ihm vorhandenen Organismen von frühester Jugend an ein Schöpfen aus dem Vollen gewöhnt, in dieser Beziehung zu Kulturprodukten geworden sind und infolge davon jedes Minus desto schwerer ertragen.

Hier berühren wir den wunden Punkt der vielgerühmten Dorfteichwirtschaft. In seinen Schriften weist K. Brandt-Kiel an der Hand von genauen Berechnungen nach, daß infolge der Überfütterung mit Stickstoffverbindungen alle unsere Meere längst verjaucht sein müßten, ja daß selbst die Luft im Laufe der Jahrhunderttausende in einer für alle jetzt lebenden Organismen höchst schädlichen Weise sich verändert haben würde, wenn hier die denitrifizierenden Bakterien nicht Rat schaffen möchten. Das nämliche gilt von verschiedenen unserer Gewässer, vornehmlich vom Dorfteiche. Auch in ihm werden die salpeterzerstörenden Gruppen mit ihrem ganzen Anhange oft genug helfend beim Wegschaffen der Überschüsse einspringen müssen, trotzdem gehören verjauchte Dorfteiche, namentlich auf schweren, trägen Böden, durchaus nicht zu den Seltenheiten. Die hiesige Gegend bietet gerade nach dieser Richtung hin ein ausgezeichnetes Beobachtungsmaterial; ich habe derartige verjauchte Entenpfützen aber auch in reinen Sandgegenden nicht selten angetroffen.

Was nun die vorher erwähnten Hilfstruppen selbst anlangt, so haben wir zunächst im Wasser wie im Boden oder Mist solche, welche die agile organische Substanz unter Bildung von Kohlensäure vergären, dasselbe ist mit den Eiweißkörpern der Fall, während die Amide — wie der Harnstoff — durch bestimmte

Fermente (Urase) zunächst in kohlensaures Ammoniak und, da dieses sehr leicht dissoziiert, in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt werden. So kann es kommen, daß ein Dorfteichwasser, welches bislang in der Sonne stets eine alkalische Reaktion und sehr hohe Sauerstoffwerte zeigte, nach Einfluß überschüssiger Jauchemengen zwar auch noch respektable Sauerstoff-, daneben jedoch kaum minder beträchtliche Kohlensäurezahlen aufweist. Es verlaufen die eben geschilderten Prozesse, wie wir aus der landwirtschaftlichen Düngerlehre wissen, um so rascher und intensiver, je größere Sauerstoffmengen im Wasser vorhanden sind; von den unter Luftabschluß sich einstellenden, die gleichen Produkte liefernden der Fäulnis unterscheiden sie sich physiologisch dadurch, daß diese Produkte selbst in größeren Mengen nicht toxisch wirken, mithin — das ist eminent wichtig — die vorhandenen pflanzlichen und tierischen Organismen in ihrer ebenfalls auf die Verarbeitung der Überschüsse abzielenden Tätigkeit nicht stören, vielmehr deren Vermehrung unterstützen. Sowie in der Entenpfütze aber größere Mengen von freiem oder gebundenem Schwefelwasserstoff auftreten, kann man getrost annehmen, daß der nächste größere Gußregen bei genügender Wärme zur Verjauchung führt. Die Sauerstoff- und Kohlensäurezahlen reden alsdann deutlich. Hier hängt eben alles mitunter an einem Spinnefaden, und kann eine spontane Steigerung der Konzentration und dadurch des osmotischen Druckes ein einziger toxisch wirkender Stoff in minimalen Dosen schon die ärgsten Kalamitäten hervorrufen, wie das heuer ein relativ kleiner Haufen halbtrockenen Heues in einem dorfteichähnlichen Bauernteiche zu Drahomischl tat. Außerdem wollen wir nicht vergessen, daß analog der Menge und Schwere der von dem Wasser mitgerissenen und in ihm suspendierten Bodenpartikelchen auch die gleichzeitig eingeschwemmten bezw. in der Flüssigkeitssäule flottierenden Spalt-, Schimmel-, Hefepilze zu Boden gerissen, vergraben und, da die unteren Schichten alsdann stets sauerstoffarm sind, in ihrer Tätigkeit gehemmt, brach gelegt werden. „Gewitterjahre sind allemal gute Fischjahre“, sagt eine alte Regel mit Recht, denn erstens bedingen die meist von warmen Güssen begleiteten elektrischen Entladungen beträchtliche Zuschwemmungen bester Stoffe von Wiesen, Weiden, Äckern und Düngerhaufen eine Vermehrung der Sickerwässer und dadurch gründlichere Auswaschung der wenig oder gar nicht beschatteten,

abgeernteten Böden, und zweitens bringen sie größere Mengen von Ammoniak, salpetriger und Salpetersäure teils aus der Luft, teils vom Boden mit, während gleichzeitig unter Einwirkung gewisser elektrischer bzw. galvanischer Ströme eine Oxydation des Stickstoffs in Salpetersäure statthaben kann. Gerade hier zeigt sich indessen der im voraufstehenden angedeutete prinzipielle Unterschied zwischen tätigen und trägen Böden im hellsten Lichte. Während die Zuschwemmungen in den sandigeren Gegenden der Nachbarschaft durchweg glatt verdaut wurden, versagten auf dem hiesigen schweren Tonboden verschiedene Bauern- und Dorftümpel vollständig, am ehesten die inmitten der Hutweiden gelegenen vormaligen Ziegelteiche. —

Doch nun zurück zu unserem Thema! Ob, gleichwie im Boden, im Wasser ein Teil der organischen Substanz ebenfalls direkt zu Kohlensäure, Wasser und elementarem Stickstoff verbrannt wird, möge dahingestellt bleiben; merkwürdig ist es aber zweifelsohne, daß ich in Dorfteichwässern, in denen Methan in kaum nennenswerten Mengen vorkommen konnte und Ammoniak, Salpetersäure usw. nur in Spuren vorhanden waren, mitunter geradezu erstaunlich hohe Werte für atmosphärischen Stickstoff im „Tenax" stets dann erhielt, wenn große Überschüsse von organischer Substanz weggeschafft werden mußten und genügend Sauerstoff für derartige Oxydationsprozesse vorhanden war.

Auf ähnliche Weise werden weiterhin die in der Jauche bzw. den Kotmassen sich vorfindenden Kohlehydrate, Pektinstoffe Zellulosemengen usw. wieder von ganz bestimmten Gruppen von Mikroorganismen: Spalt-, Hefepilzen usw., vergärt. Endlich hätten wir als letztes Glied in der, wie gesagt, nur auf eine schleunige Beseitigung der Überschüsse abzielenden Kette die echten salpeterzerstörenden Bakterien zu erwähnen. In jedem genügend durchlüfteten Wasser wird, wie Emich[1]) u. a. gezeigt haben, nach Maßgabe der vorhandenen nitrifizierenden Bakterien, der Temperatur usw. sehr rasch eine Oxydation der organischen Substanz zu Ammoniak, Nitriten und Nitraten eintreten. Ist genügend Kalk vorhanden, wird die Salpetersäure gebunden und dadurch für spätere Fälle aufgestapelt werden; diese Kalkmengen fehlen aber allermeist, weiterhin fehlen aus Mangel an geeignetem Nähr-

[1]) Sitzungsber. der math.-naturw. Klasse der Kais. Akad. d. Wissensch., Wien 1885, II. Abt., S. 67.

material auch jene unten noch näher zu schildernden Algengruppen, welche die so gebildeten Stoffe in ihrer eigenen Körpersubstanz festzulegen pflegen, dagegen sind alle Wucherbedingungen für die denitrifizierenden Spaltpilze erfüllt. Diese vermehren sich mithin massenhaft und verpuffen die überschüssigen Mengen in Form von elementarem Stickstoff einfach in die Luft. Bringen wir in einem Reagenzröhrchen Chilisalpeter mit Pferdemist, verrottetem Stroh, faulender Teichstreu bzw. Schlamm von einer von der harten Flora bewucherten Stelle zusammen, so werden wir sofort ein kräftiges Aufbrausen und -schäumen beobachten. Dasselbe hält an, bis die letzten Spuren von Nitrat verpufft sind, und demonstriert deutlicher, als viele Worte das zu tun vermögen, die Überführung des Salpeters in gasförmigen Stickstoff, durch die in Rede stehenden Gruppen von Spaltpilzen. Im Wasser geschieht nun das nämliche mit den bei Gewittergüssen eingeschwemmten bzw. durch den elektrischen Strom, Mikroben usw. gebildeten Ammoniak- und Salpetersäuremengen, und wenn, wie Seite 52 bereits betont wurde, die Wirkung einer direkten Wasserdüngung mit Salpeter bzw. Ammoniaksalzen als fast wertlos von den verschiedendsten Seiten bezeichnet wird, so brauchen wir nach einer Erklärung für dieses Faktum wahrlich nicht erst lange zu suchen. Derartige und ähnliche Wahrnehmungen veranlaßten mich, nach der angedeuteten Richtung hin mit recht verjauchtem Dorfteichwasser weiter zu experimentieren. Setzte ich demselben stark verrotteten Pferde- und Schafmist zu, und rührte ich dasselbe recht häufig um, so daß es tunlichst innig mit der Luft in Berührung kam, so trat unter starker Kohlensäure-, Ammoniak- etc. Bildung sehr rasch eine Aufhellung in der Färbung, also ein Schwund der organischen Massen, und nach Maßgabe der vorhandenen Phosphorsäure auch eine Entwickelung von einzelligen Pflanzen: Euglenen, Protococcaceen usw. im Becherglase ein, welche dann die weitere Durchlüftung und Reinigung des Wassers besorgten. Trotzdem diese Befunde sehr gut zu den Beobachtungen von Schulz-Lupitz bezüglich des Überspritzens der Gründüngung[1]) mit Mist und Weber-Bremen über die Wirkung von stark verrottetem Mist guter alter Kultur- oder Gartenerde auf Moorböden[2])

---

[1]) Nach Becker, „Leitfaden der Düngerlehre", Bautzen 1901, S. 12.

[2]) „Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moorkult. i. Deutsch. Reiche", 1894 S. 312, 1895 S. 19.

stimmen, will ich sie — weil es eben Becherglasversuche sind — doch nicht verallgemeinern, sondern nur zur Diskussion und zur Nachprüfung stellen. Sollten sich diese Wahrnehmungen in der Praxis aber bestätigen, so hätten wir vielleicht eine Ursache mehr für das Versagen der Selbstreinigungskraft des Wassers den städtischen Effluvien gegenüber gefunden. Lesen wir nämlich ältere Berichte, Skizzen aus jener „guten, alten“ Biedermeierzeit, in welcher eine Reise von Berlin nach Wien ein größeres Ereignis war als heutzutage eine Fahrt um die Welt, so stoßen wir selbst bei der Schilderung der damaligen Hauptsädte immer und immer wieder auf die vor den Häusern lagernden bzw. in den Gehöften aufgestapelten, geradezu kolossalen Misthaufen und die durch die Düngerfuhren gründlich zerrührten, ungepflasterten Straßen. Bis in den Anfang, ja die Mitte des verflossenen Jahrhunderts waren die Hausbesitzer eben vorwiegend Ackerbürger, und die Viehzucht bildete eine ihrer Haupteinnahmequellen. Wie sich die Bilanz der organischen Substanz damals in den Flüssen gestellt haben mag, wissen wir nicht, soviel aber erfahren wir aus den Chroniken, daß Fischsterben zu den Seltenheiten gehörten und der Bestand im großen ganzen ein guter war, wenngleich schlechte Perioden oft genug vorkamen. Diese in unserem Sinne idealen Verhältnisse haben sich nun seit der riesigen Entwickelung der Großstädte und dem gewaltigen Ansteigen des Bodenwertes in ihnen von Grund aus geändert. Zunächst verschwanden die Misthaufen, während gleichzeitig die Straßen abgepflastert und dadurch von der Kommunikation mit der Luft abgeschnitten wurden, dann kamen die Gärten und Anger, die schattenspendenden Bäume an die Reihe, heute wird das Pferd fortschreitend von den Kraftmaschinen zurückgedrängt und die Bakterienflora des auf der Straße lagernden Staubes und etwa noch rottenden Kotes durch allerhand Desinfektionsmittel abgetötet. Heute gelangen bei jedem Regenguß sehr einseitig zusammengesetzte Fäkalmassen in die Gewässer hinein. Ziehen wir die Kanalisationen, Deich- und Buhnenbauten, last not least die abgeholzten, kahlen Ufer in Betracht und berechnen wir, vom entwaldeten Quellgebiet anfangend, wie viele wertvolle Hilfskräfte solchergestalt den Fluten verloren gegangen sind, während andererseits die Industrie durch ihre Säuren und Laugen die Wucherbedingungen direkt untergräbt, so müssen wir, — das wiederhole ich, — anstatt an dem Selbst-

reinigungsvermögen der Flüsse herumzumäkeln, vielmehr die Größe und Intensität desselben anerkennen.

Seit Jahren schon macht das Verfahren von A. Rakus und K. v. Scheidlin,[1]) mit Hilfe von rottender Pflanzensubstanz, vornehmlich von Laichkräutern und von weichen, lockerzelligen Vegetabilien des Landes, Massen der Mikrofauna zu produzieren, viel von sich reden. Diese Pflanzenmassen werden in einem bestimmten Stadium der Zersetzung mit frischem, animalischem Dung vermengt in das flache Wasser des Ufers geworfen. Hier sollen sie nicht nur zur Erzeugung von Krustazeen beitragen, sondern auch durch die bei ihrer Gärung sich entwickelnden Gerüche die Insekten anlocken und zu einer massenhaften Eierablage veranlassen.[2]) So sehr mir nun auch diese Idee, welche in China ihre Vorbilder hat, gefällt, und so gern ich den beiden unermüdlichen Vorkämpfern für eine rationellere Ernährung der Fische endlich einmal einen durchschlagenden Erfolg wünsche, darf hier doch nicht verschwiegen werden, daß das Einbringen so großer Mengen von fäulnisfähiger organischer Substanz in unsere in bakterieller Hinsicht nicht übermäßig reichlich bedachten Weiher, noch zudem zu einer Zeit, wenn dieselben in gewisser Beziehung schon anfangen, schwach zu werden, die Gefahr des Verjauchens nur zu leicht heraufbeschwört. Eine üppig wuchernde Gründüngung dürfen wir, nachdem wir sie mit gut verrottetem Mist oder alter Kulturerde besprengt haben, wohl unter Wasser zu setzen wagen, weil alsdann der gepflügte Boden wie das frische Wasser hervorragend tätig sind, immer aber werden wir die Gare bzw. deren Verlauf abwarten müssen, bevor wir mit dem Besatz beginnen dürfen. In allen anderen Fällen sind regelmäßige, der Temperatur angepaßte Impfungen à la Chinois dagegen unerläßlich.

Betrachten wir uns zum Schluß die im voraufstehenden geschilderten Verhältnisse nach der ökonomischen Seite hin, so werden wir N. Zuntz nur beipflichten müssen, wenn er eine derartige Wirtschaft als pure Verschwendung bezeichnet. Gleichwie im Boden, spielen auch im Wasser die Stickstofffragen eine ausschlaggebende Rolle derart, daß die Produktivität vieler

---

[1]) „Praktische Unterweisung in der Massenkultur der lebenden Fischnährtiere“, Wien 1902, Selbstverlag.

[2]) P. Morcinek, „Der Niedergang unserer Flußfischerei“, Teschen 1892, S. 3.

magerer Teiche, Seen und Pfühle gerade durch den Mangel an diesem Material begrenzt ist und Šusta, Walter u. a. den Stickstoff und die Stickstoffzufuhr zum Mittelpunkt ihrer Betrachtungen machen zu müssen glaubten. Im Dorfpfuhl herrscht dagegen häufig genug ein derartiger Überfluß an organischer Substanz und gelösten Stickstoffverbindungen, daß jener alle Kräfte anspannen muß, um die unerwünschten und gefährlichen Massen nur schleunigst in die Luft zu verpuffen. Trotzdem unterliegt er mitunter, weil schließlich ein bestimmtes Quantum Fermente immer nur ein bestimmtes Quantum von Nährmaterial verarbeiten kann und jeder Organismus bei einer übermäßigen Mast sich den Magen verdirbt.

In den in der Literatur verzeichneten Berichten über die Fischzucht in China lesen wir, daß die Mongolen in ihre mehr denn dorfteichähnlichen Weiher „von Zeit zu Zeit“ aus „Erde“, gesalzenen Eierschalen, verrotteten Strohmatten usw. verfertigte, intensiv gejauchte Klöße zu werfen pflegen. Dieses Verfahren ist uralt, schon die Ägypter und Assyrer übten, auch die Mönche kannten es, nur ist dasselbe in den mir zugänglichen Berichten nie genau beschrieben worden. Der Chinese nimmt derartige Impfungen des Wassers nie aufs Geratewohl, sondern nur dann vor, wenn er aus ganz bestimmten Anzeichen merkt oder, wie er sagt, „riecht“, daß der Stoffkreislauf die regulären Bahnen verlassen will; das Quantum wird analog der Temperatur derart verteilt, daß bei 25 bis 30^0 C etwa dreimal soviel in die Weiher gestreut wird als bei 10^0, eine Maßregel, die recht gut zu den Beobachtungen von Wollny, Brandt u. a. über die Tätigkeit der Bakterien in Abhängigkeit von der Temperatur paßt. Verwendet wird außerdem nicht eine beliebige, sondern eine kalk- bzw. mergelhaltige Kultur- oder Gartenerde. Von ihr hält der Mongole unter Strohmatten meist kleine Häufchen vorrätig, welche er häufig bewegt und nach Bedarf, d. h. um sie genügend feucht zu halten, mit Jauche, noch lieber aber dem zuckerhaltigen Wasch- und Kochwasser vom Reis besprengt. Auf diese Weise werden im engen Raume die beiden heterogenen Gruppen von Bakterien, die nitrifizierenden und die salpeterzerstörenden, sozusagen in Reinkulturen nebeneinander gezüchtet und durch Impfungen des Wassers mit denselben die vorhandenen Überschüsse an organischer Substanz nicht nur verpufft, vielmehr

zu einem mehr oder minder großen Prozentsatze fürs Ganze nutzbar gemacht. Wir müssen dabei berücksichtigen, daß die uns hier interessierenden nitrifizierenden Bakterien im großen ganzen ebenso stark aërob,[1]) wie die denitrifizierenden anaërob sind, und daß weiterhin bezüglich der Nahrung beider insofern ein Unterschied besteht, als die letzteren dazu die Pentosane, ein im Stroh, Schilf vorkommendes Kohlehydrat, gebrauchen. — Es bedeutet dieses, wie gesagt, uralte Verfahren im Grunde genommen weiter nichts als eine Nachahmung der natürlichen Verhältnisse, denn das, was hier der scharf beobachtende Bauer ausführt, macht uns der Dorfteich stündlich vor. Der durch die Klauen, Hufe und Füße der Tiere fortlaufend geknetete, d. h. bewegte, und durch die strohhaltigen Exkremente gehörig gedüngte Boden von der Straße und den Ufern gelangt vor und nach jedem Regenguß, ja permanent (durch das Geflügel und Vieh) in das Wasser hinein. Leider wird dieses Kneten aber nur auf leichten, sandigen, also ohnehin schon genügend tätigen Böden Vorteile bringen, die schwereren sind gegen die mitgeschleppte Nässe derart empfindlich, daß sie unter deren Einwirkung versauern, und leider scheinen nach meinen mit denen anderer übereinstimmenden Beobachtungen die nitrifizierenden Gruppen im Wasser sehr schnell zu erlahmen, so daß also das Ganze sich um die regelmäßige Zufuhr der Fermente dreht. Ein ganz ähnliches Verfahren wie die Chinesen hat seinerzeit Paul Morcinek in der Teichwirtschaft geübt. Frhr. v. Gaertner berichtet über dasselbe folgendes: „Er nimmt große Bottiche humoser Erde, schwängert dieselben mit Blut, Tauben- und Hühnerdünger, gibt allerlei nützliche Elterntierchen hinzu, und bald krabbelt der ganze Bottich von tierischem Leben. Diese

---

[1]) Eine Ausnahme hiervon machen bekanntlich das Clostridium Pasteurianum u. a., doch leben diese alsdann in Symbiose bzw. Metabiose mit anderen Spaltpilzen, welche sie vor den Einwirkungen des Sauerstoffs schützen. Inwiefern bei Sauerstoffmangel bzw. aus anderen Ursachen ausgesprochen nützliche aërobiotische Bakterien zu Schädigern werden können et vice versa, bedarf noch eingehender Untersuchungen, doch dürften die Buttersäuregärer, zu denen bekanntlich das Clostridium zu zählen ist, an manchen Erkrankungen des Verdauungstraktus, besonders bei den magenlosen Cypriniden, um so eher beteiligt sein, als sie oft in großen Mengen mit dem Schlamme aufgenommen werden.

so erzeugten Geschöpfe werden in die Teiche gegeben.“ Auch v. Gostkowski und J. Šusta waren warme Verehrer des Kompostes, verteilten denselben indessen mehr als Dünger denn als Ferment für die organischen Massen, obwohl speziell v. Gostkowski[1]) bei seiner starken Fütterung mit dem schwer verdaulichen, gesalzenen Pferdefleisch auch diese Wirkung im Auge gehabt haben mag.

Durch zahlreiche Forschungen der letzten Zeit wissen wir, daß im Acker ein Teil der durch die nitrifizierenden Spaltpilze aus der organischen Substanz bzw. dem elementaren Sticktoff gebildeten Salpetersäure durch andere Organismen, meist Bakterien, Schimmelpilze und Algen, in deren eigener Körpersubstanz festgelegt wird, daß also in gewissem Sinne eine Symbiose zwischen beiden statthat.[2]) Dasselbe gilt nach Reincke bezüglich des Azotobakter und gewisser Meeresalgen. Der Vorgang wird dabei so gedacht, daß die Bakterien leicht assimilierbare Stickstoffverbindungen an die Algen abgeben, während diese ihnen wieder durch Überführung der Kohlensäure in kohlehydratähnliche Körper die nötige Kohlenstoffnahrung zuführen. Viele Landwirte empfinden dieses Verhältnis als einen Nachteil, schon weil das Dazwischentreten einer neuen Generation von Algen, Bakterien usw. und die Überführung der Nitrate in Eiweißverbindungen durch dieselben die Wirksamkeit einer Salpeter- bzw. Ammoniakdüngung nicht unwesentlich herabsetzt. Bei näherer Betrachtung erblicke ich in dem geschilderten Vorgange insofern jedoch einen direkten Vorteil, als die genannten Organismen die von ihnen aufgenommenen Nitrate vor dem Ausgewaschenwerden, den Bauern also vor direkten Verlusten bewahren, das gilt besonders für die Schwarzbrache (s. Kap. II, Vorbemerkungen). — Das, was im Felde nach dieser Richtung hin die Cyanophyceen leisten, tun im Gewässer neben Bakterien und Pilzen ebenfalls verschiedene Algen (Euglenen, Protococcaceen usw.), — von denen einige neben organischem Stickstoff auch Ammoniaksalze, wie NH_4NO_3, NH_4CO_2 usw. zu ver-

---

[1]) Frhr. W. v. Gärtner a. a. O. S. 10—11.

[2]) Kossowitsch, Bot. Ztg. 1894, 1. Abt., Heft 5, S. 97—116, Dehérain u. Demoussy, Compt. rend. Tom. 130, S. 465, Bouilhag u. Giustiani, ebenda, T. 137, p. 1274—1276, T. 138, p. 293—296, Warmbold, „Unters. üb. d. Biol. stickstoffb. Bakt.“, Inaug.-Diss., Merseburg 1905, u. a. m.

werten und dadurch vor dem Entweichen zu bewahren vermögen — vielleicht auch gewisse Fadenalgen, und wir können getrost annehmen, daß der Dorfteich zur Zeit der größten Intensität seiner Grünfärbung durch die Kamhäute der Algen auch das Maximum an Selbstreinigung leistet. Sorgen müssen wir unter allen Umständen bloß für das Vorhandensein der nötigen Mineralstoffmengen, vornehmlich von Phosphorsäure und Kalk, damit nicht etwa nach dem bereits vorher erwähnten Gesetz vom „Minimum" die Entwickelung der hier in Rede stehenden Gruppen gehemmt und durch das alsdann unabwendbare Hochkommen der denitrifizierenden Organismen (im engeren Sinne des Wortes) der Stoffkreislauf in unebene Bahnen gelenkt wird. Die Zuntzsche Bonitierungsmethode (s. Kap. I, III) wird uns, rechtzeitig und richtig angewendet, in derartigen Fällen vorzügliche Dienste leisten. Natürlich müssen wir hier, wo sich alles um **spontane Massenwirkungen** dreht, ganz besonderen Nachdruck auf die leichte Wasserlöslichkeit der Mineralstoffe legen; demgemäß habe ich bei meinen Versuchen stets mit dem Präzipitat recht gute Erfolge erzielt, die besten allerdings dann, wenn ich den Futterkalk, analog dem Bedarf des Teiches, zuvor den Vogel- bzw. Säugetiermagen passieren ließ.

Und noch auf einen anderen wichtigen Punkt sei hier hingewiesen, dessen Bedeutung überall dort wächst, wo es auf die Erhaltung des sehr wertvollen Stickstoffkapitales im Wasser ankommt. In den Lauchstädter Berichten fürs Jahr 1897 zeigt M. Maercker die Überlegenheit des Tiefstalldüngers vor dem in überdeckter und offener Düngerstätte gehaltenen. Für eine Sammelperiode von 136 Tagen waren die bezüglichen Zahlen folgende:

	Trockenmasse dz	Stickstoff kg	Verloren gegangen Stickstoff %
Tiefstall	146,88	407,65	13,2
Überdachte Düngerstätte . .	145,15	295,24	36,9
Offene Düngerstätte . . .	116,00	292,73	37,4

Genau dasselbe, was sich hier für den Tiefstall bzw. den überdachten Misthaufen ergibt, ist nun auch in dem mit einer Kamhaut von Grünalgen überzogenen und durch dieselbe nach außen hin abgeschlossenen Dorfteichwasser der Fall, sowie jene

aber verschwindet, stellen sich sofort starke Verluste an organischer Substanz, Ammoniak und Salpetersäure ein. Die kolorimetrische Untersuchungsmethode ergibt bei genügend hoher Temperatur im Verlauf von wenigen Tagen Abnahmen von 50 und mehr Prozenten.

Durch zahlreiche Untersuchungen wissen wir, wie stark hemmend das direkte, wie ungemein günstig dagegen das durch die Grünalgen erzeugte diffuse Licht wirkt; auch von diesem Standpunkte aus müssen wir mithin die Symbiose bzw. Metabiose zwischen Algen und Bakterien, nicht zuletzt sogar die Erscheinung der Wasserblüte beurteilen. So habe ich zwei in dem nämlichen, durchaus sterilen Lettenboden angelegte gleich grosse Pfützen ganz gleichmäßig gegen die Einschwemmungen geschützt, mit Mistbeetfenstern überdacht und dann mit den nämlichen Quantitäten Jauche von einer bäuerischen Düngerstätte beschickt. A erhielt Impferde und Algen, B Impferde allein. Die erstere lieferte infolge der massenhaften, spontanen Wucherung der Chlorophyllträger von Anfang an ein durchaus befriedigendes Bild über den Verlauf der Selbstreinigung, in B waren dagegen so lange Methan und hohe Zahlen für atmosphärischen Stickstoff, Ammoniak, Kohlen-, Salpetersäure, selbst Schwefelwasserstoff an der Tagesordnung, bis ich die Scheiben mit Seidenpapier abzublenden begann. Blaues und rotes wirkten dabei eher im negativen wie positiven Sinne, schwarzes zwar positiv, aber zu langsam, ein Umstand, der uns die Wirkungen der von der Lemna hervorgerufenen intensiven Beschattung auf die Produktivität mancher Erlentümpel erklärt, am günstigsten wieder grünes. Man ersieht hieraus, sowie aus den in Kapitel II wiedergegebenen Beobachtungen, welche großen Nachteile die vor etwa 50 Jahren mit so großem Nachdruck begonnenen Abholzungen der Gestrüppe, Kopfweiden usw. in Verbindung mit der Gradelegung u. a. m. besonders für die Bäche und Flüsse gehabt haben müssen, und wird sich gar nicht wundern, wenn von diesem Zeitpunkt die Klagen über die Verarmung derselben recht eigentlich erst einsetzen.[1])

Die Bakterien, Schimmelpilze und Grünalgen bilden bekanntlich den Hauptbestandteil der Nahrung der Mikrofauna und, da

---

[1]) G. Boeck, „Hebung der Fischbestände unserer Binnengewässer", Deutsche Fisch.-Ztg. 1888, S. 314 u. 321.

die Entwickelung aller Organismen eine um so üppigere, luxuriösere ist, je reichlicher die Nährstoffquellen in quantitativer wie qualitativer Beziehung fließen, werden wir im Dorfteich auch dem größten Reichtum an jener begegnen. Daß die in Rede stehenden Algen und niederen Tiere als Verarbeiter sowohl vom Detritus wie von den gelösten organischen Massen eine gewichtige Rolle im Stoffkreislauf der Gewässer spielen, ergibt sich aus zahlreichen Beobachtungen ohne weiteres, noch wichtiger ist für unsere Fälle ihre Gewohnheit, im Überfluß schwimmend einen Luxusverbrauch zu treiben. Schade nur, daß sich dieser Luxusverbrauch nicht einzig auf die organische Substanz, sondern gleichzeitig auch auf die Mineralstoffe erstreckt und dadurch oft weit mehr schadet, als er nützt. Außerdem sei aber noch kurz eines anderen wichtigen Faktums hier gedacht: Weil, wie zuerst wohl K. Brandt nachgewiesen hat, der Ausnutzungskoëffizient der Nährstoffe durch die Planktonten ein wesentlich höherer ist als derjenige der Landpflanzen, werden sich jene auch weit intensiver an der Verarbeitung der Substanzen beteiligen können als letztere, ein Umstand, auf welchem die viel höhere Produktivität des Wassers an organischer Substanz beruht. Nehmen wir nämlich ein sehr schlechtes Teichareal ohne vorhergegangene Düngung in landwirtschaftliche Benutzung, so wird es uns kaum irgendwie nennenswerte, jedenfalls Ernten liefern, welche in gar keinem Verhältnis zu seinen Erträgen an Fischfleisch stehen. Nun sind diese letzteren aber durchaus nicht der Ausdruck seiner Gesamtproduktivität, sondern meist bloß ein sehr geringer Teil derselben.[1])

In unseren mageren Durchschnittsteichen pflegen unmittelbar nach der Bespannung oft ganze Wolken von Volvocineen sich einzustellen. Ob dieses Faktum auf ähnlichen Verhältnissen, wie sie hier für die Euglenen geschildert wurden, oder ob es nicht vielmehr auf der infolge der Umsetzungen reichlich im Boden vorhandenen unschädlichen Form der Kohlensäure basiert, wage ich vorläufig nicht zu entscheiden, bemerke aber ausdrücklich, daß sich die Volvoxkügelchen vielfach in der Gesellschaft von Bakterien finden.

Unsere Fischzüchter reden so viel von der „Gare," jenem Zustande des Wassers, in welchem dasselbe infolge einer gewissen

---

[1]) K. Knauthe, „Die Karpfenzucht", Neudamm 1901, S. 173 ff.

„Vorverdauung“ der organischen Substanz für die Verarbeitung durch die Bakterien, Mikroflora und -fauna am geeignetsten sich erweist, und welchen sie daher gleich dem Bauern im Felde für ein gutes Zeichen ansehen derart, daß sie vor dem Besatz der stark organisch gedüngten Weiher erst die Gare abzuwarten pflegen. An dieser Gare sind nun wie im Boden verschiedene Gruppen von Sproß-, Hefepilzen usw. beteiligt, und je nach dem Überwiegen der einen oder anderen von diesen Organismengruppen, bzw. der Art des Zusammenarbeitens beider, verläuft auch die Gare in sehr verschiedener Richtung, treten verschiedenartige und verschieden wirkende Produkte in den Vordergrund. Wie wir aus der Untersuchung benachbarter, scheinbar gleichartiger Pfützen ersehen können, beeinflußt der erwähnte Umstand wieder die Eierablage der Insekten, Fliegen und Mücken in hervorragendem Maße. Durch Überimpfen des Wassers von dem einen in dasjenige des anderen werden wir mitunter recht gute Resultate erzielen, die Insekten anlocken können, meist werden solche Impfungen indessen resultatlos verlaufen, weil das auf diese Weise zu verbessernde Wasser trotz seiner durch die Analyse erwiesenen Ähnlichkeit in chemischer Beziehung in physiologischer (biologischer) diesen anscheinend recht empfindlichen Organismen die zu ihrer Massenwucherung nötigen Lebensbedingungen doch nicht zu liefern vermag.

Wirken die im zweiten Teile der Betrachtungen über den Dorfteich geschilderten Faktoren alle innig Hand in Hand, und sind namentlich die für die massige Entwickelung der (guten) Bakterien, Mikroflora und -fauna unbedingt notwendigen Mineralstoffmengen vorhanden, so werden die etwa sich einstellenden Verluste wie beim Dünger im Tiefstalle nur minimale, jedenfalls kleiner sein als in manchem mittleren See oder Teich (s. Kap. II, Vorbetrachtungen). Gleichwie trotz der Brache, in der Landwirtschaft, werden wir in der Wasserwirtschaft ungeachtet der relativ hohen Ausnutzungskoëffizienten für die Stickstoffverbindungen vorläufig immer noch mit Überschüssen rechnen und arbeiten müssen, und wird noch manche Milliarde Tropfen ins Meer rinnen, ehe die Zuntzschen Ideale sich verwirklichen.

Krustazeen-Zuchtverfahren.

Aus dem Gesagten ersehen wir, wie groß ceteris paribus die Entwickelung aller Planktonten und vieler Vertreter der Ufer- und Grundfauna sein kann, und wie wir diese Entwickelung durch geeignete Maßnahmen — dazu gehört in erster Linie eine reguläre Düngung — wesentlich fördern und zur Massenproduktion gestalten können. Je mehr wir zu der Überzeugung gelangen, daß die vielgerühmte künstliche Fütterung im richtigen Lichte betrachtet mehr wie einen Haken hat, daß, wollen wir gesunde Fische haben, wir wieder zur Naturnahrung zurückkehren oder dieser wenigstens einen bedeutenden Anteil im Speisezettel der Fische einräumen müssen,[1]) desto mehr wird die Düngung in ihr Recht treten, und um weiter nichts als um eine recht intensive und dabei doch ökonomische Düngung handelt es sich ja bei allen den Krustazeen-Zuchtverfahren. Freilich fehlt dabei eine wichtige Grundlage, die genaue Kenntnis der Naturnahrung unserer Fische, über welche die Meinungen bekanntlich heute mehr denn je divergieren, denn, soll ein Aufzuchtverfahren ökonomisch sein, so darf es nicht durch eine Menge für den betreffenden Zehrer wertloser Mitesser belastet werden. Rahmdohr beziffert die Nackommenschaft eines einzigen Wasserflohes in dem Zeitraume von 60 Tagen auf 1291370075, Liévin auf zwei- bis dreitausend Millionen. Der Cyklops soll nach Jurine im Laufe eines Jahres etwa 4442000000, die Stechmücke nach Réaumur, de Geer u. a. in einem Sommer drei- bis viertausend Millionen Larven produzieren können.[2]) Die Aufzucht geschieht entweder in Bottichen, Gruben oder kleinen Teichen, sogen. Pepinièren, die mit animalischem Dung, Laub bzw. rottenden Vegetabilien, Blut, Jauche beschickt, bespannt und nun mit Muttertieren oder Schlamm aus guten Teichen versehen werden,[3]) während nach Rakus und v. Scheidlin[4]) rottende

---

[1]) s. P. Vogel, „Ausf. Lehrb. d. Teichw.“, III, Bautzen 1905, S. 655 ff. Corr. f. Fischz. 1904, 1905 u. 1906, N. Zuntz, Mitt. Fisch.-Ver. f. d. Prov. Brand. 1906, H. 3/4.

[2]) s. E. Weeger, „Über die Aufzucht der Salmonidenbrut und über die Züchtung von Krustentierchen und Insektenlarven“, Brünn 1890, S. 28 u. 33.

[3]) J. Vignier, Deutsche Fischerei-Zeitung, Stettin 1858, No. 23, F. W. Paul ebenda No. 25, E. Weeger a. a. O., S. 30 ff., u. a. m.

[4]) „Praktische Unterweisung in der Massenkultur der lebenden Fischnährtiere“, Wien 1902, P. Morcinek a. a. O., S. 3.

Gründüngung — je nach der Art ihrer Zusammensetzung — ganz bestimmte Insekten zur Eiablage veranlassen soll, und Stenzel-Warmbrunn wieder[1]) mit Laub usw., namentlich von Erle, Schwarzpappel usw., gute Resultate erzielt haben will. Da es sich bei allen diesen Verfahren — wie gesagt — nur um recht intensive Düngungen mit leicht wasserlöslichen Substanzen handelt, und keines der genannten oder im Handel befindlichen Substrate, wie wir aus der landwirtschaftlichen Düngerlehre wissen, dieses Postulat erfüllt, darf uns das schnelle Verschwinden der bisher aufgetauchten Verfahren nicht wundernehmen.[2]) Will man dauernde Resultate erzielen, wird man gerade hier mehr denn anderswo die Kontrolle durch den Zuntzschen Becherglasversuch anwenden und den Nachdruck auf die Mineralstoffe legen müssen.

Im vorausstehenden ist wiederholt die Schädlichkeit der Laugen, Säuren u. a. m. betont worden. Für diese sorgt unsere Industrie trotz aller staatlichen Vorschriften und der vielen „bewährten" Reinigungsverfahren nachgerade sehr reichlich, und wenn heute, nachdem die zarter organisierten Organismen, wie der Krebs, die Flußperlmuschel, Unio, Anodonta, der Lachs u. a. m., vielerorts längst weiße Spatzen geworden sind, zahlreiche Arten nicht nur vegetieren, sondern auch gedeihen, die „verschmutztesten" Flußstrecken gerade die höchsten Erträge an Fischfleisch liefern[3]), so beweist das einmal die immense Selbstreinigungskraft des Wassers, zweitens aber auch die Fähigkeit des pflanzlichen und tierischen Organismus, sich in verhältnismäßig kurzer Zeit widernatürlichen Verhältnissen anzupassen.

Über die Zustände in einem durch Woll-, Tuchfabriken, Gasanstalten, Bergwerke usw. verschmutzten Fluß, die Bialka (Galizien) und die Rückwirkungen auf eine von diesem Wasser gespeiste Teichwirtschaft (Groß-Kaniów) hat A. Gasch[4]) sehr interessante Daten veröffentlicht, welche hier im Auszuge wiedergegeben werden sollen:

---

[1]) Deutsche Fischerei-Zeitung, Stettin 1884, No. 26.

[2]) Das gilt auch von der Österr. Fisch. Ztg., 1905, 1, IX, u. a. mitgeteilten Verfahren.

[3]) A. Hübner, „Die Fischwirtschaft", Bautzen 1905, S. 120, 156 u. a.

[4]) „Beiträge zur Teichwirtschaft", Stettin 1896, S. 43 ff.

	Wasser, 3/4 Meilen oberhalb von Bielitz-Biala aus der reinen Bialka entnommen, enthält pro 1 l[1]):	Wasser, ca. 1 Meile unterhalb von Bielitz-Biala beim Komorowitzer Teilungswehre aus dem teilweise mechanisch und chemisch gereinigten Flusse entnommen:
CaO (Kalk)	0,0153 g	0,0619 g
MgO (Magnesia)	0,0037 g	0,0152 g
$K_2O + N_2O$ (Kali und Natron)	0,0176 g	0,1371 g
Aluminium und Eisenoxyd	0,0 g	deutlich nachweisbar
Kupferoxyd	0,0 g	Spuren
SO_3 Schwefelsäure . . .	0,0073 g	0,0427 g
Cl Chlor	0,0201 g	0,0286 g
SiO_2 Kieselsäure	0,0041 g	0,0173 g
N_2O_3 Salpetrige Säure . .	0,0 g	Spuren
N_2O_5 Salpetersäure . . .	0,0 g	0,0012 g
NH_3 Ammoniak	0,0 g	0,0031 g
Organische Substanz . . .	0,0087 g	0,1395 g
Gesamtrückstände aus gel. Salzen oder Substanzen .	0,0758 g	0,2643 g
Härte (deutsche Grade) . .	1,8 Grad	6,5 Grad
Suspendierte Stoffe . . .	0,0 g	1,1435 g
Reaktion	neutral	schwach alkalisch

Noch weit unterhalb des Komorowitzer Teilungswehres ist das Flußbett total verschlickt, das Wasser derart schädlich, daß weder Pflanzen noch Tiere in ihm zu vegetieren vermögen. Erst, nachdem der Fluß verschiedene Wehre, Mühlen und lange Gräben passiert hat, stellt sich das Leben in ihm ein: Zunächst Equisetaceen, dann allmählich auch andere, schließlich Tiere; Fische: Laube, Gründling, Barbe u. a. m. Immerhin wirkt dieses bedeutend gereinigte Wasser noch schwächend auf den Organismus und namentlich die inneren Organe ein, daß die Tiere eine leichte Beute der Schimmelpilze (Saprolegnia, Achlya, Leptomitus) werden, ja, daß diese Schädiger in den unterliegenden Teichwirtschaften unter ganz bestimmten Verhältnissen epidemisch auftreten können[2]).

---

[1]) Nach Analysen von Gewerbeschuldirektor Regierungsrat Stingel in Bielitz.

[2]) Raciborski, „Pflanzenparasiten der Karpfen“, A. Walentowicz, „Karpfenpest in Kaniów“, Sitzber. Akad. d. Wissensch. Krakau, Bd. XIV, 1885. Nowicki, Zirkul. galiz. Land. Fisch.-Ver., 1885.

Bei Regengüssen wird der in der Bialka lagernde Fabrikschlick aufgerührt. Er wirkt dann in der jene aufnehmenden Weichsel noch auf eine meilenweite Strecke alles Leben vernichtend ein, außerdem Erkrankungen, ja Todesfälle von Menschen und Vieh infolge des Genusses dieses Wassers sowohl in der Bialka, wie in der Weichsel und den von deren Grundwasser versorgten Ortschaften, ein Faktum, welches zu den Beobachtungen von G. Bonne an der Unterelbe stimmt.

Von der Bialka zweigt sich beim Komorowitzer Teilungswehre der Zufluß für die Groß-Kaniówer Teiche ab. Hier trat nun 1883/84, wie im Jahre vorher in Groß-Bestwin, eine „Byssusseuche“ auf, welche in Kaniów allein einen Schaden von **4621 fl. 60 kr.** ö. W. verursachte, — in Groß-Bestwin waren im Winter 1882/83 alle Fische krepiert. — Nach den Untersuchungen von Raciborski wucherten auf Haut und Kiemen der erkrankten Fische zunächst die Saprolegnien, nach Beendigung von deren Entwickelung folgten die Achlyen, den Schluß machte der Leptomitus.

„Seziert man einen solchen Fisch, so findet man die Gallenblase überfüllt und auch die ganze Umgebung derselben mit Galle infiltriert, es scheint also — ähnlich wie bei höher organisierten Tieren —, daß die durch die Saprolegnienwucherungen in ihren reinigenden Ausscheidungen gestörten Haut und Kiemen diese Überfüllung des Blutes mit Kohlenstoff, also die übergroße Gallenabsonderung, verursacht haben. Bei einzelnen Fischen, die mit ihrem aufgeschwollenen Leibe wie wassersüchtig aussehen, findet man in der Bauchhöhle auch wirklich angesammeltes Wasser, welches Vorkommen bei der Blutarmut und der wässerigen Beschaffenheit des Blutes, sowie der Leberentartung ganz erklärlich ist. . . . Jedenfalls ist der schädigende Einfluß der Fabrikabwässer für die Fische noch weit verderblicher als die Schmarotzerpilze, denn diese können gesunde, ja sogar an ihrer Haut verletzte, sonst aber kräftige Individuen gar nicht einmal anfallen, geschweige denn töten, was die sehr interessanten Versuche von Raciborski und Dr. A. Walentowicz bestimmt nachgewiesen haben (s. a. Hofer a. a. O. u. 94 ff.). — Kommen mit Saprolegnien behaftete Fische in den ersten Stadien der Krankheit wieder in ein ganz reines, gesundes und fließendes Wasser, so seuchen sogar die meisten der befallenen Fische durch, die

befallenen Hautstellen schürfen sich alsdann ab, und die Fische bekommen dort neue, sehr oft bedeutend kleinere (und unregelmäßig gestellte) Schuppen. (Über die Regeneration der Schuppen in Abhängigkeit von dem Mineralstoffreichtum der Nahrung hat Schiemenz, „Fisch.-Ztg.“ Bd. I, S. 64, wichtige Beobachtungen veröffentlicht.) Ebenso scheinen die angeführten Schmarotzerpilze auch den Sauerstoff, d. h. ein mit atmosphärischer Luft gesättigtes Wasser, nicht zu vertragen, während sie in einem von Luft und Licht abgeschlossenen Medium ganz vortrefflich gedeihen (die Annahme ist durch spätere Beobachtungen vollinhaltlich bestätigt worden). Es wurde z. B. eine größere Anzahl Karpfen hier in Groß-Kaniów in einem Hälterkasten aufbewahrt, bis zu welchem das zugeleitete Wasser mehrmals herabfällt und sich mit Luft gut durchmischt. Obwohl diese Fische nun doch durch dasselbe schlechte Fabrikabwasser geschwächt und denselben Parasiten ausgesetzt waren wie die in den Teichen, ist den ganzen Winter über kein einziger mit Saprolegnien behaftet gewesen, während diese in den mehr abgeschlossenen Weihern mit sauerstoffarmem Wasser zu gleicher Zeit große Verheerungen anrichteten.“[1])

Diese etwas kostspielige Kalamität, sowie der Umstand, daß die Fabrikanten in Bielitz-Biala trotz aller Reskripte der Behörden und verlorenen Prozesse an eine Reinigung ihrer Abwässer nicht denken, veranlaßten Gasch, seinen größten, ca. 50 ha fassenden und gleichzeitig am höchsten gelegenen Teich ausschließlich als Klärbassin zu verwenden. Dieser am Einlauf und an den Rändern dicht mit Pflanzen bewucherte Teich braucht zu seiner Füllung 24 Tage. Auch die unterliegenden, von ihm gespeisten Teiche sind am Einlauf und den Rändern dicht mit reinigenden Wasserpflanzen bestanden. Trotzdem enthält das solchergestalt mehrmals „gereinigte“ Wasser der am weitesten abliegenden Weiher noch immer im Liter:

---

[1]) Diese wichtigen Mitteilungen sind Hofer entgangen, trotzdem sie auch in Vogel, „Ausf. Lehrb. d. Teichw.“, II, Bautzen 1898, S. 66 ff., abgedruckt wurden. S. dagegen neben Schikora, „Ztschr, f. Fisch.“ III, i. A. Maurizio, ebenda, III, Heft 6, IV, H. 1, 2—4. VII, H. 2, Kolkwitz, „Mitt. d. K. Prüf. f. Wasserv. u. Abwässerr.“, Berlin 1903, H. 2, S. 35 ff., welche alle eine gewisse Aërobie der Pilze betonen.

	Oberflächenschicht g	Aus 2 m Tiefe g
Kohlensauren Kalk	0,0800	0,0896
Kohlensaure Magnesia	0,0145	0,0155
Schwefelsauren Kalk	0,0139	0,0131
Schwefelsaures Natron	0,0160	0,0085
Kochsalz	0,0153	0,0209
Kieselsäure	0,0142	0,0116
Ammoniak	—	Spuren
Salpetrige Säure	—	0,0012
Organische Subtanz	0,0173	0,0190
Gesamtrückstände	0,1712	0,1794
Direkt gefundene Abdampfrückstände	0,1788	0,1904

Nach Analysen von Regierungsrat Stingel und Professor Morawski-Bielitz.

Sind Massensterben seit der Zeit im großen ganzen auch ausgeblieben, so gehen einzelne Exemplare doch fortwährend ein.

Dichtigkeit und Volumen des Wassers bei 0 bis 30°; Einheit bei 4° und 0°.

t°	Dichte, Gewicht von 1 ccm Wasser in g bei 4° = 1	Volumen von 1 g Wasser in ccm bei 4° = 1	Dichte, Gewicht von 1 ccm Wasser in g bei 0° = 1	Volumen von 1 g Wasser in ccm bei 0° = 1	Dichte, Gewicht von 1 ccm Wasser in g bei 4° = 1	Volumen von 1 g Wasser in ccm bei 4° = 1
	(Volkmann)		(Rosetti)			
0	0,999878	1,000122	1,000000	1,000000	0,999871	1,000129
1	0,999933	1,000067	1,000057	0,999943	0,999928	1,000072
2	0,999972	1,000028	1,000098	0,999902	0,999969	1,000031
3	0,999993	1,000007	1,000120	0,999880	0,999991	1,000009
4	1,000000	1,000000	1,000129	0,999871	1,000000	1,000000
5	0,999992	1,000008	1,000119	0,999881	0,999990	1,000010
6	0,999969	1,000031	1,000099	0,999901	0,999970	1,000030
7	0,999933	1,000067	1,000062	0,999938	0,999933	1,000067
8	0,999882	1,000118	1,000015	0,999985	0,999886	1,000114
9	0,999819	1,000181	0,999953	1,000047	0,999824	1,000176

t⁰	Dichte, Gewicht von 1 ccm Wasser in g bei 4⁰ = 1	Volumen von 1 g Wasser in ccm bei 4⁰ = 1	Dichte, Gewicht von 1 ccm Wasser in g bei 0⁰ = 1	Volumen von 1 g Wasser in ccm bei 0⁰ = 1	Dichte, Gewicht von 1 ccm Wasser in g bei 4⁰ = 1	Volumen von 1 g Wasser in ccm bei 4⁰ = 1
	(Volkmann)		(Rosetti)			
10	0,999 739	1,000 261	0,999 876	1,000 127	0,999 747	1,000 253
11	0,999 650	1,000 350	0,999 784	1,000 216	0,999 655	1,000 345
12	0,999 544	1,000 456	0,999 678	1,000 322	0,999 549	1,000 451
13	0.999 430	1,000 570	0,999 559	1,000 441	0,999 430	1,000 570
14	0,999 297	1,000 703	0,999 429	1,000 572	0,999 299	1,000 701
15	0,999 154	1,000 847	0,999 289	1,000 712	0,999 160	1,000 841
16	0,999 004	1,000 997	0,999 131	1,000 870	0,999 002	1,000 999
17	0,998 839	1,001 162	0,998 970	1,001 031	0,998 841	1,001 160
18	0,998 663	1,001 339	0,998 782	1,001 219	0,998 654	1,001 348
19	0,998 475	1,001 527	0,998 588	1,001 413	0,998 460	1,001 542
20	0,998 272	1,001 731	0,998 388	1,001 615	0,998 259	1,001 744
21	0,998 065	1,001 939	0,998 176	1,001 828	0,998 047	1,001 954
22	0,997 849	1,002 156	0,997 956	1,002 048	0,997 828	1,002 177
23	0,997 623	1,002 383	0,997 730	1,002 276	0,997 601	1,002 405
24	0,997 386	1,002 621	0,997 495	1,002 511	0,997 367	1,002 641
25	0,997 140	1,002 868	0,997 249	1,002 759	0,997 120	1,002 888
26	—	—	0,996 994	1,003 014	0,996 866	1,003 144
27	—	—	0,996 732	1,003 278	0,996 603	1,003 408
28	—	—	0,996 460	1,003 553	0,996 331	1,003 682
29	—	—	0,996 179	1,003 835	0,996 051	1,003 965
30	0,995 77	1,004 25	0,995 89	1,004 12	0,995 77	1,004 25

Nach „Der Chemikerkalender für 1906“, T. I, S. 193 u. 194.

Korrektion für Ablesungen an Büretten bei Temperaturen über 15⁰ C.[1]

Der Titre der Maßflüssigkeiten ist gewöhnlich bei 15⁰ C bestimmt. Für erhebliche Temperaturunterschiede ist daher eine Korrektur erforderlich (die aber bei den nur praktischen Zwecken dienenden Bestimmungen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle getrost vernachlässigt werden darf).

Für verdünnte ($^1/_{10}$ bzw. $^1/_{100}$) Normallösungen entspricht diese Korrektion der Volumveränderung des Wassers.

---

[1]) „Der Chemikerkalender für 1906“, Berlin, J. Springer, I, S. 350.

t^0	Abzuziehen in $^1/_{100}$ ccm					
	für je 1 ccm	für je 10 ccm	für je 20 ccm	für je 1 ccm	für je 10 ccm	für je 20 ccm
	Für $^1/_1$ Normallösungen			Für $^1/_{10}$ und $^1/_{100}$ Normallösungen		
16	0,015	0,2	0,3	0,016	0,2	0,3
17	0,031	0,3	0,6	0,032	0,3	0,6
18	0,047	0,5	0,9	0,051	0,5	1,0
19	0,065	0,7	1,3	0,070	0,7	1,4
20	0,084	0,8	1,7	0,090	0,9	1,8
21	0,100	1,0	2,0	0,112	1,1	2,2
22	0,125	1,3	2,5	0,134	1,3	2,7
23	0,146	1,5	2,9	0,156	1,6	3,1
24	0,168	1,7	3,4	0,180	1,8	3,6
25	0,191	1,9	3,8	0,205	2,1	4,1

II. Chemische Bestimmungsmethoden.

A. Vorprüfung.

Bevor wir daran gehen, das Wasser auf seine Zusammensetzung hin qualitativ und quantitativ zu untersuchen, müssen wir dasselbe einer Vorprüfung unterwerfen:

a) **Die Prüfung des Wassers auf seine Reaktion** geschieht mittels blauen und roten Lackmuspapiers, welches man einfach in das zu untersuchende Wasser unmittelbar nach der Probenahme eintaucht. Bläut sich rotes Lackmuspapier, so ist das Wasser „alkalisch“; rötet sich blaues, so ist das Wasser „sauer“. Bleibt blaues Lackmuspapier blau, rotes rot, so ist das Wasser als „neutral“ („amphoter“) zu bezeichnen.

Um ganz sicher zu gehen, tut man gut, 100 ccm des Wassers in einem reinen Becherglase mit einigen Tropfen neutraler Rosolsäurelösung zu versetzen; dieselbe wird bei saurem Wasser gelb, bei alkalischem rot. Wenn man nun zu der sauren Flüssigkeit so lange, bis sie sich auf Zusatz eines Tropfens eben rötet; $^1/_{10}$ Normal-Kalilauge und zu der alkalischen so lange, bis sich Orangefärbung bzw. eben ein gelber Schimmer einstellt, $^1/_{10}$ Normal-

Salzsäure zugibt, kann man den Grad der „Azidität“ (der Säure) bzw. der „Alkalidität“ genau normieren.

Neutrale Rosolsäurelösung: 10 Teile reine Rosolsäure werden in ca. 500 Teilen kalten, destillierten Wassers, dem geringe Mengen Kalilauge zugesetzt sind, gelöst, durch ein Faltenfilter filtriert, mit Schwefelsäure neutralisiert (die Übergangsfarbe ist orangerot) und nach längerem Stehen nochmals filtriert.

Dieser Indikator wird durch Säuren gelb, durch Alkali schön rosenrot gefärbt.

Bereits 1888 betonte J. Šusta[1]) auf Grund seiner großartigen praktischen Versuche, daß in bezug auf die Düngerfragen einschneidende Unterschiede zwischen Boden und Wasser nicht bestehen, daß im Gegenteil die Zahl und Art der Analogien geradezu verblüffend groß sei. In dieser Annahme haben ihm die Erfahrungen der Praktiker, in Verbindung mit den neuesten Errungenschaften der Theorie und namentlich der Bakteriologie, durchaus recht gegeben, weiterhin indessen sehr deutlich gezeigt, daß alle Umsetzungen, wie im festen, so auch im flüssigen Elemente, in erster Linie von den kleinsten Lebewesen, sowie den feinsten Produkten des Stoffwechsels — den Bakterien und Fermenten — resultieren.

Wo das Ferment aufhört, der Spaltpilz einsetzt, ist eine Frage für sich, die zurzeit so leicht nicht entschieden werden kann, überhaupt kaum jemals glatt entschieden werden dürfte, weil gerade bei ihr die subjektive Auffassung oft und vielfach ausschlaggebend ist. Für den vorliegenden Fall sind derartige Wortklaubereien auch vollkommen belanglos; hier soll vielmehr einzig der Umstand hervorgehoben werden, daß ein alkalisch reagierendes Medium die Wucherung der gerade für unsere Zwecke erwünschten Gruppen von guten und besten Bakterien und Fermenten ebenso kräftig fördert, wie ein saueres sie hintanhält.

A. Hübner[2]) weist an der Hand der Statistik nach, daß die so übel beleumundete Strecke zwischen Berlin und Potsdam in Wirklichkeit die fischreichste von ganz Deutschland ist. Merkwürdigerweise reagiert das Wasser dieser Flußstrecke aber auch am stärksten alkalisch, und wo ich nur immer in der Welt hingekommen bin, habe ich — gleiche Verhältnisse vorausgesetzt — die Wässer mit alkalischer Reaktion allemal als die tätigsten und ertragreichsten gefunden. Jedes kleine Plus äußert dabei innerhalb bestimmter, enger Grenzen ebenso scharf ausgeprägte positive, wie umgekehrt jeder Bruchteil eines Milligramms von Säuren negative Resultate. — Der primitive Hochmoor-(Heide-)Tümpel einer-, der Entenpfuhl andererseits sind entgegengesetzte Typen und die Umsetzungen in letzterem gerade im intensivsten Sonnenschein am größten.

---

[1]) „Ernährung des Karpfens und seiner Teichgenossen“, Stettin 1888.

[2]) „Fischwirtschaft“, Bautzen 1905, S. 156 ff., 204 ff.

∞ **b) Prüfung auf Ammoniak.** Die Prüfung auf Ammoniak, die ebenfalls sofort nach der Probenahme vorgenommen werden muß, geschieht mittels Neßlers Reagens: 10 ccm Wasser etwa werden mit einigen Tropfen Natronlauge und Sodalösung versetzt. Es entsteht ein Niederschlag, von dem man nach einiger Zeit die obenstehende helle Flüssigkeit in ein anderes sauberes Reagenzgläschen klar abgießt („dekantiert"), andererseits abfiltriert. Zu dem Filtrat läßt man alsdann einige wenige Tropfen Neßlers Reagens fließen und schüttelt um. Gelbfärbung, welche man am bequemsten unter Benutzung einer weißen Unterlage oder eines weißen Hintergrundes beobachtet (Taschentuch!), zeigt die Anwesenheit von Ammoniak an. Die Intensität der Färbung, welche bis zur tiefen Röte sich steigern kann, ermöglicht einen Schluß auf die Menge des Ammoniaks. Bei größerem Gehalt des Wassers an dieser „Base" wird sich ein tiefroter Niederschlag bilden.

Neßlers Reagens: 50 g Kaliumjodid werden in ca. 500 ccm heißem, destilliertem Wasser gelöst und mit einer konzentrierten Quecksilberchloridlösung versetzt, bis der dadurch gebildete rote Niederschlag sich nicht mehr löst — hierzu sind 20 bis 25 g Quecksilberchlorid erforderlich —.

Man filtriert, vermischt mit einer Lösung von 150 g Kalihydrat (Kalium causticum) in 300 ccm Wasser, fügt noch 5 bis 6 ccm der Quecksilberchloridlösung zu, füllt auf 1 l auf, läßt den Niederschlag sich absetzen und dekantiert, d. h. gießt so in ein anderes Gefäß über, daß nichts von dem Niederschlage mit hineinkommt. **Die Lösung muß in gut verschlossenen Flaschen von dunklem Glase, vor Licht geschützt, aufbewahrt werden** (s. „Reagenzien" am Schluß).

Wenn sich nach längerem Stehen noch ein Bodensatz bildet, so nimmt man die zum Versuche nötige Menge der über dem Niederschlage stehenden klaren Flüssigkeit mit einer Pipette heraus.

Das Ammoniak ist ein starkes Fischgift, welches nach Koenig und Haselhoff in freiem Zustande bei 30, als kohlensaures Ammoniak bei 170 bis 180, als Chlorammonium bei 700 bis 1000 mg pro 1 l tödlich wirkt. Dasselbe bildet sich überall dort, wo organische Substanz in größerer Menge, und besonders Eiweißstoffe, faulen, also in pflanzenreichen Weihern, wenn diese längere Zeit in eine Eiskruste eingehüllt wurden,[1]) oder aber in pflanzenlosen Weihern bei überreicher Zufuhr von Dünger, weit häufiger noch in Schmutzwässern, in denen infolge des Fehlens der nötigen Mengen guter Bakterien bzw. von Sauerstoff an die Stelle der regulären Umsetzung im Sinne von v. Pettenkofer, die Zersetzung, Gärung und Fäulnis treten.

---

[1]) W. Kochs-Bonn, „Ztschr. f. Fisch.", 1, No. 5.

Hier bildet es meist die Vorstufe für den noch gefährlicheren Schwefelwasserstoff und in Verbindung mit großen Mengen von Methan den Ruin der Bestände.

In recht verschieden großen Mengen findet es sich aber auch in allen guten, gesunden und sauerstoffreichen Gewässern vor. So machen Schimmelpilze und viele Bakterien aus Eiweiß und anderen organischen Körpern als erste Stufe im Nitrifikationsprozeß Ammoniak frei. Die hierher gehörige Umwandlung des Harnstoffes, des im Harn besonders der pflanzenfressenden Tiere, mithin in der Jauche, dem Dorfteich usw. in großen Mengen vorkommenden stickstoffhaltigen Körpers, in kohlensaures Ammoniak durch eine äußerst vielgestaltige und überall verbreitete Bakteriengesellschaft ist berühmt geworden durch die klassischen Untersuchungen Miquels, welcher zeigte, daß diese Harnstoffumwandlung keine Gärung im alten Sinne sei, sondern daß dabei ein von den Bakterien ausgeschiedenes Enzym, die Urase, wirke. Diese Urase ist also gewissermaßen die Vorläuferin der Buchnerschen Zymase, der Alkoholgärung, gewesen, welche in den letzten Jahren so großes Aufsehen erregte.[1]) — Zu untersuchen ist, ob hier, ähnlich wie bei der Kohlensäure, eine stark toxisch wirkende (als Produkt der Fäulnis) und eine relativ harmlose Form existiert. Jedenfalls schaden die im Dorfteich und anderen guten Gewässern befindlichen, oft relativ beträchtlichen Ammoniakmengen der Flora und Fauna niemals, während weit geringere — allerdings in Gesellschaft von freier Kohlensäure, wenig Sauerstoff usw. — in Schmutzwässern nur zu leicht Katastrophen heraufbeschwören. Die Gruppen der Ammoniak liefernden Umsetzungsmikroben sind aërob, die der Gärer anaërob.

Über die Schädlichkeit des Ammoniaks in Moorteichen äußert sich Oesterling[2]) in Übereinstimmung mit anderweitigen praktischen Erfahrungen folgendermaßen: „Kohlensaurer Kalk ist geeignet, den schwach sauren Charakter des Bodens und des Wassers abzustumpfen. In Gegenwart von Ammoniak, namentlich von kohlensaurem Ammoniak, wird der Kalkhumus zu einer braunen Flüssigkeit gelöst, welche dem Fischleben außerordentlich schädlich ist.“

Bei Anwesenheit von nur mäßigen Mengen von Ammoniak treten besonders bei Salmoniden, aber auch bei einigen empfindlichen Weißfischen der „Drehkrankheit“ ähnliche Erscheinungen auf, auch glaube ich einen gewissen Zusammenhang zwischen dem Ammoniakgehalt des Wassers und der Wucherung verschiedener schädlicher Spaltpilze und Schmarotzer gefunden zu haben. Speziell in einem Falle erwies sich sogar das an und für sich unschuldige, ja nützliche Bacterium thermo als stark pathogen, ein den Bakteriologen und Medizinern geläufiges Faktum, was vielleicht durch die Erfahrungen

---

1) Siehe u. a. A. Koch, Göttingen, „Bodenbakterien und Stickstofffrage“, S. 184. Riecke, Wiener Landw. Ztg. 1906, No. 16, S. 146.

2) „Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 216.

von Wyss[1]) über die Ursachen der „Fleckenkrankheit“ bei gewissen Weißfischen, von Noll, Marsson, P. Nitsche u. a. über der „Rotseuche“ ähnliche Krankheiten u. a. m. eine Bestätigung findet.

Die Erscheinung der „Wasserblüte“ und vornehmlich das Auftauchen gewisser Wasserblütenalgen, sowie das Wuchern des Entenflotts hängt unter Umständen mit dem Ammoniakgehalt zusammen und dürfte als ein Notbehelf der Natur aufzufassen sein, den Überschuß doch noch zu Nutz und Frommen für die Gesamtheit zu verwenden, dasselbe gilt von Sphaerotilus u. a.

Geringe Mengen von Ammoniak enthält jedes Meteorwasser, und zwar schwankt die Menge dieser Base nach der Gegend, der Jahreszeit und den äußeren Umständen innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Nach J. Koenig wurden in Deutschland beobachtet bei:

Regen	Schnee, Eis, Hagel	Tau oder Reif	Nebel
mg pro Liter:			
0,04—15,67	0,00—10,34	1,02—6,20	2,56—137,85
Oku gibt für Japan folgende Werte:			
0,02—23,8	0,0—14,2	2,4—7,8	3,36—120,6
und für Saigon wurden von mir notiert:			
12,8—30,1	—	4,7—12,4	2,2—142,7

wobei der Regen im Sommer und der Tau bzw. Nebel im Bannkreis der Großstädte und Fabrikgegenden immer reicher an Ammoniak zu sein pflegen als im Winter oder auf dem platten Lande. Für Wilhelmsburg notierte ich im August bei Nebel sogar 198 mg pro Liter.

Daß derartige homöopathische Dosen, weit entfernt zu schaden, gleichwie im Felde, die Entwickelung namentlich der Flora günstig beeinflussen, haben die Versuchsreihen von Molisch, Knörrich u. a. gezeigt. Sehr wichtig ist hierbei das jüngst von F. Sestini experimentell geprüfte Faktum, daß nämlich das in der Luft (dem Wasser) enthaltene Ammoniak durch Eisenoxydhydrat in salpetrige und durch die Nitrobakterien in Salpetersäure verwandelt wird. Beim Fehlen der letzteren hört die katalytische Tätigkeit des Eisenoxydhydrates bald auf, es bildet sich anscheinend eine Art Gleichgewichtszustand zwischen Ammoniak, Eisenoxydhydrat und salpetriger Säure.[2]) Dann aber setzen wieder andere Mikroben ein, welche das Ammoniak in organische Substanz zurückbilden. Sind leichtlösliche, kohlenstoffartige Verbindungen vorhanden — und das trifft für unsere Fälle fast immer zu —, dann kann das Ammoniak von den ammoniakassimilierenden Bakteriengruppen sowie von Schimmelpilzen zum

---

[1]) Ztschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh. 1898, S. 1731—74.

[2]) Biedermann's Zentralb. f. Agrikulturchemie, Leipzig 1905, I, S. 7—9.

Aufbau ihrer eigenen Leibessubstanz verwendet werden, ein Umstand, welcher diese Organismen zu sehr wertvollen Faktoren bei der Selbstreinigung namentlich dann stempelt, wenn die nötigen Verarbeiter: Flagellaten, Rhizopoden, Würmer, Schnecken usw. nicht fehlen.

Am unangenehmsten fühlbar macht sich das Ammoniak aus naheliegenden Gründen natürlich unter dem Eise. Hier kann es besonders nach starkem Schneefall und in mehr oder minder grob verunreinigten Gewässern, verlotterten Winterungen u. a. m. teils allein, teils in Verbindung mit Schwefelwasserstoff, Methan sowie überschüssigen Mengen von freier toxischer Kohlensäure ganze, reiche Bestände hinwegraffen oder wenigstens den Keim zum Verfall der Zucht legen. Merkwürdig ist dabei das Verhalten verschiedener, eigentlich nahe verwandter Fischspezies. Während der Giebel (Kümmerform der Karausche), das Moderlieschen, der Schlammbeißer und Gründling sich als recht resistent erweisen, sind der Blei, die Plötze, die Schleie usw. gerade nach dieser Richtung hin äußerst empfindlich. Noch merkwürdiger sind die Unterschiede zwischen der Widerstandsfähigkeit der verbutteten und der hochgezüchteten Rassen, welche in dem Verhalten gewisser domestizierter höherer Tiere gegen giftige oder schädigende Stoffe — ich erinnere bloß an die Wendenkuh und das Holländer Rind, das polnische und englische Schwein — ja Analogien finden.

In den Winterungen ist totales Abeisen und kräftiger Zufluß neuen Wassers ein gutes Remedium, vielleicht auch das von O. Herrguth empfohlene Einwerfen von Wacholderbüschen. Das sicherste Vorbeugungsmittel bleibt indessen immer die rationelle Teich- bzw. Wasserhygiene, die allerdings im Gegensatz zu den zurzeit poussierten biologischen Reinigungsverfahren an der richtigen Stelle, nämlich bei den Spaltpilzen und Bakterien, einzusetzen und das gewaltige Ringen zwischen den einzelnen guten und schlechten Gruppen derselben genau im Auge zu behalten hat (s. Kap. V).

Über die quantitative Bestimmung, die nur bei Anwesenheit größerer Mengen lohnt, siehe Näheres C. No. II.

∞ **c) Prüfung auf Schwefelwasserstoff.** Freier Schwefelwasserstoff wird sich meist schon der Nase bemerkbar machen. Der typische Geruch nach faulen Eiern tritt indessen namentlich dann deutlich hervor, wenn wir das Wasser auf etwa 50 bis 60^0 C im Reagenzgläschen erwärmen. Hält man über dieses angewärmte Reagenzgläschen ein mit destilliertem Wasser angefeuchtetes Stück Bleipapier, so tritt bei Anwesenheit von Schwefelwasserstoff Braun- bzw. Schwarzfärbung ein.

Die Reagenzgläschen, deren Form sich aus den nachstehenden Figuren 7 und 8 ergibt, fülle man namentlich dort mit stets denselben Mengen des zu untersuchenden Wassers, wo es auf Vergleichswerte ankommt.

Wollen oder müssen wir das in denselben enthaltene Wasser erwärmen, so packen wir diese Röhrchen entweder mit Daumen und Zeigefinger der rechten Hand oder mit dem in Figur 9 abgebildeten Reagenzglashalter oben am Halse und erwärmen die Flüssigkeit oben, wobei wir die Öffnung des Gläschens so halten, daß das siedende Wasser nicht etwa die Hand oder die Kleidung lädieren kann.

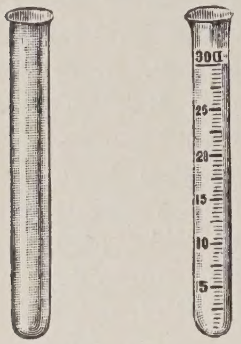


Fig. 7. Fig. 8.
Reagenzgläschen.
(Paul Altmann-Berlin.)

∞ Gebundenen Schwefelwasserstoff weist man dadurch nach, daß man in das Reagenzgläschen entweder einige Tropfen einer Lösung von Nitroprussidnatrium, welche das Wasser bei Gegenwart von Schwefelwasserstoff purpurn färbt, oder ein paar Tropfen Salzsäure und Bleiazetat gibt. Es tritt dann Braun- bzw. Schwarzfärbung oder — bei größeren Mengen — ein tiefschwarzer Niederschlag auf. Auch hier ermöglicht die Intensität der Färbung einen Schluß auf die Menge der sehr schädlichen Substanz.

Über die Schädlichkeit namentlich des freien Schwefelwasserstoffs viele Worte zu machen, hieße Eulen nach Athen tragen. Derselbe stellt das stärkste bekannte Fischgift dar und führt in kleinen Dosen, nach C. Weigelt schon 1 mg, nach Koenig und Haselhoff bei 8 bis 10 mg pro l, sicher zum Tode. Und doch kennen wir einige Spezies, welche relativ beträchtliche Mengen nicht bloß vertragen, sondern trotz derselben sogar gedeihen können. Das ergibt sich — ganz abgesehen von den übereinstimmenden Berichten verschiedener Forscher und Reisender über die Fauna vulkanischer Gewässer — besonders aus den Bemerkungen von Liebe.[1]) Derselbe beobachtete in einem Tümpel bei Gera trotz des demselben ständig entströmenden typischen Geruches nach faulen Eiern jahrelang Giebel in allen Altersstadien. Diese Wahrnehmung bestätigte Noll[2]) für die Bitterlinge eines Pfuhls bei Frankfurt a. M., und seit dem letzten Frühling (1905) sehe

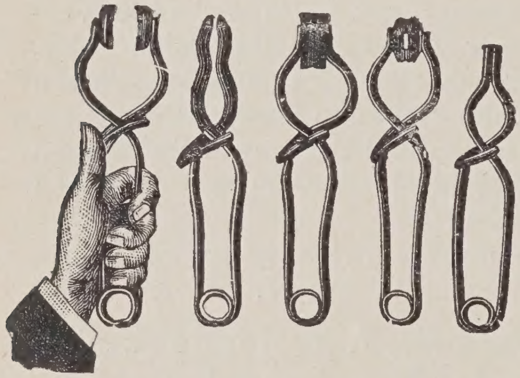


Fig. 9.
Reagenzglashalter.
(Kähler & Martini-Berlin.)

---

1) „Berichte der Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften“, Gera 1888—1890, S. 87.

2) „Zoologischer Garten“, Frankfurt a. M. 1892, No. 8.

ich in einem Graben in Wilhelmsburg bei Harburg a. Elbe große und kleine Stichlinge, Gründlinge, Ukeleie, nebst Plötzen herumschwimmen, obwohl sich der Gehalt an Schwefelwasserstoff selbst jetzt an den kalten Tagen noch deutlich bemerkbar macht. Wie mir die anwohnenden Knaben als beste Gewährs„männer" erzählen, sind die Fische im großen ganzen stets gut durch den Winter gekommen, nur ab und zu hätte sich eine „dösige" Plötze mit den Händen greifen lassen.[1]) — Weitere Beobachtungen, insbesondere über das Verhalten diverser Rassen bzw. gleichartiger Fische verschiedener Provenienz gegenüber dem Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Sumpfgas, sowie der freien Kohlensäure wären sehr erwünscht. Vielleicht liefern sie Belege dafür, daß auch kaltblütige Tiere gegen Gifte immun zu werden vermögen, eine Annahme, auf welche mich meine in Schmutzwässern gesammelten Erfahrungen geradezu stoßen. — Gleich dem Ammoniak bildet sich Schwefelwasserstoff überall dort, wo große Mengen organischer Substanz faulen, also die Kraft des Wassers für eine durchgreifende Selbstreinigung nicht hinreicht. Sehr gute Indikatoren für verhältnismäßig geringe Mengen dieses Giftes geben gewisse Algen, wie Beggiatoa, Thiotrix, Thiospirillum, Pseudomas, Chromatium usw., aber auch diverse Infusorien (Astasia) ab. Die Schwefelbakterien scheiden aus dem durch die Fäulnis entstandenen Schwefelwasserstoff Schwefel ab.[2]) Der in den Zellen gespeicherte Schwefel wird weiter zu H_2SO_4 oxydiert. Die im Wasser enthaltenen Karbonate werden durch diese erzeugte Säure in Sulfate umgewandelt. Das ist namentlich für erdölhaltigen Boden wichtig.[3]) Außerdem nehmen die Pflanzen mineralische Stoffe in Form von Sulfaten auf. Andererseits wissen wir aber auch, daß wieder Organismen (Spirillum desulfuricans u. a.) den so gebildeten Schwefel zu Sulfiden reduzieren,[4]) während andere aus jenem Schwefelsäure bilden.[5])

∞ **d) Methan, Sumpfgas.** Zu achten ist bei der Vorprüfung ferner auf die etwaige Anwesenheit von Methan. Dieselbe äußert sich in dem Aufsteigen großer Blasen, welche man im Winter unter dem Eise — wo sie in verschlammten, an faulender, zellulosehaltiger Substanz (Wasserpflanzen: Elodea usw., Laub) reichen Gewässern oft kolossale Dimensionen annehmen können — durch Anbohren öffnen und anzünden kann. Sie, die Urheber der „Irrwische", brennen alsdann mit heller Flamme.

---

[1]) Ähnliches ist von Pflanzen längst bekannt (s. v. Seelhorst, Jahrb. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1903, S. 257).

[2]) Winogradsky, „Über Schwefelbakterien", Bot. Zeit. 1887, „Recherches physiolog. sur les sulfobacteries", Ann. de l'Institut Pasteur, III, 1889.

[3]) Ztschr. für Fischerei, IX, 2/3, S. 159 u. 167.

[4]) Bijerinck, Centralbl. f. Bact. 1895, S. 1—3.

[5]) M. Hoffmann-Berlin, Mitt. d. D. Landw.-Ges., 1906, No. 13.

Bekanntlich verdanken wir das Sumpfgas einer ganz bestimmten Gruppe von Bakterien (und Fermenten?), welche genau wie im Warmblüter-(Wiederkäuer-)Körper auch im Boden und Wasser die Zellulose, die stickstofffreien Extraktivstoffe u. a. m. ohne wesentlichen Vorteil für den betreffenden Organismus zersetzen. Die Wucherung dieser Spaltpilze ist an die Gegenwart von kohlensaurem Kalk bzw. alkalische Reaktion und geringen Sauerstoffmengen gebunden, so zwar, daß in kalkarmen, sauren Gewässern — beispielsweise den Hochmoor- und Heidetümpeln — und auf ausgesprochen kalkarmen oder gipsreichen Böden eine nennenswerte Zersetzung der Zellulosemengen kaum stattfindet.

Hemmend auf die Sumpfgasentwickelung wirken wie im Körper so auch im Wasser die oft von der Mikrofauna- und flora produzierten, sehr beträchtlichen Fettmengen ein (Potonié). — Bei genügenden Kohlehydratmengen treten in einem sauerstoffreichen Wasser, gleichwie bei der Ensilage der Futtermittel (s. Kellner), an die Stelle der Sumpfgaserzeuger: Essigsäure-, Milchsäure-, Buttersäurebakterien, deren Stoffwechselprodukte kaum minder schädlich wirken können als das Methan. — Bekanntlich werden die Röstwässer des Flachses, Hanfes (Koenig, Weigelt), sowie diverser anderer Gespinstpflanzen (Semler) im Osten wie Westen, Norden wie Süden einstimmig als sehr schädlich für die (Flora und) Fauna angesprochen, obwohl ich mich in Radziunz, im Spreewalde und anderorts oft genug von ihrer Unschädlichkeit unter ganz bestimmten Verhältnissen überzeugen konnte. Urheber der Röste sind nach Behrens, Friebes, Stoermer u. a. zwei anaërobe Bakterien, eine Clostridiumart und Plectridium pectinovorum, welche gleich dem Bacillus amylobacter von van Tieghem die Pektinstoffe und Kohlehydrate vergären, während die Zellulose intakt bleibt (s. S. 67). Ihnen sowie den von Olemanski u. a. nachgewiesenen Zellulosevergärern und anderen Fäulniserregern kommt nach Dr. J. F. Hoffmann-Berlin (Allg. Fisch.-Ztg. 1903, No. 21, S. 399 ff.) ein sehr wesentlicher Anteil bei dem Absterben der Fische bei Gewittern zu. — Bei fortgesetzter, aufmerksamer Beobachtung des betreffenden Gewässers unter ständiger Benutzung des „Tenax“ und unter gleichzeitiger Bestimmung der Rohfaser wie der Kohlehydrate (nach Kap. III) wird man jedenfalls ebenso interessante wie wichtige Daten erhalten. Merkwürdig ist zweifelsohne die elegante, glatte Verarbeitung selbst von relativ beträchtlichen Rohfasermengen im Dorfteich und anderen guten, sauerstoffreichen Gewässern. Wichtigkeit der von Hübner empfohlenen intensiven Bewegung des Schlammes. Außerdem hängt die Sumpfgasentwickelung in hohem Grade von der Art der Zellulose und der Temperatur ab. Die härtere Form, „die Rohfaser“, erweist sich den in Rede stehenden Spaltpilzen gegenüber als recht widerstandsfähig; gesellen sich zu ihr noch die bakterienfeindlichen Gerb-, Humussäuren usw., sowie eine durch eine allzu starke Beschattung herbeigeführte, minder leichte Erwärmbarkeit, so sind alle Bedingungen

für die Torfbildung gegeben, während, wie bereits angedeutet wurde, ein reichlicher Gehalt an kohlensaurem Kalk in Verbindung mit Wärme und weicher Zellulose eine starke Zersetzung der letzteren befördert. — Die tropischen sowie gewisse Gewässer der subtropischen und gemäßigten Klimate sind vor dem Vertorfen bisher bewahrt geblieben, letztere allerdings bloß, solange Rohr, Schilf, Binsen und andere Vertreter der harten Flora unbekannte Gäste waren oder durch das badende Vieh beizeiten kurz gehalten wurden, und auch ein genügender Kalkreichtum des Wassers für eine Wucherung der für die Zersetzung der durch die submersen Wasserpflanzen gebildeten weichen Zellulosemengen nötigen Spaltpilze sorgte.

Wie ich in letzter Zeit auf Grund genauer Beobachtungen im In- und Auslande und in völliger Übereinstimmung mit den Erfahrungen unserer gewiegtesten Praktiker — Gasch, Hübner usw. — wiederholt betont habe, bilden die Quelle für die Teufeleien im Wasser weit weniger die Partien des „Geleges" an sich, als vielmehr die Brutstätten des Methan insofern, als sie gleichzeitig diejenigen der salpeterzerstörenden Bakterien und der ihnen nahe verwandten, unerwünschten, die Selbstreinigung hindernden Spaltpilze sind. Fortlaufende Untersuchungen des Wassers mit Hilfe des „Tenax", wobei man für die Sumpfgasmengen immerhin Annäherungswerte erhält, des Ammoniaks einer-, der organischen Substanz und der Salpetersäure andererseits werden sehr interessante Aufschlüsse liefern. Noch wichtigere, tiefere Einblicke gewinnen wir, wenn wir in Parallelversuchen mit Kalk und etwa der unter C. XI. angegebenen Impferde in a) gut gepflegten, b) verlotterten und c) verdreckten Tümpeln womöglich mit dem chinesischen Wasserpfluge (Kap. II) arbeiten.

Sowie sich im Winter derartige große Blasen unter dem Eise, solche „Luftblasen", zeigen, sind sofort tunlichst viele „Wunen" anzubringen, und es ist weiterhin dafür Sorge zu tragen, daß diese Wunen immer offen bleiben, dem Wasser die Kommunikation mit der Luft ermöglichen. Die beste Vorsichtsmaßregel gegen die Bildung von Methan bietet indessen eine rechtzeitige rationelle Behandlung des Bodens (in Teichen), unter nachdrücklicher Betonung des Kalkes und unter reichlicher Anwendung einer richtig hergestellten Impferde. Wir müssen eben immer bedenken, daß es sich bei den in Rede stehenden Vorgängen meist um einen sehr harten Kampf ums Dasein zwischen heterogenen Bakteriengruppen handelt, und daß aus solchen Kämpfen allemal die numerisch und individuell stärkste als Siegerin hervorgeht, wie ich sie in meinem Buche „Die Karpfenzucht", Neudamm 1901, J. Neumann, näher angegeben habe.

Aus dem eben Gesagten erhellt, daß die Vorprüfung des Wassers besonders dort von größter Wichtigkeit ist, wo es sich um Verunreinigungen des Wassers durch fäulnisfähige Substanzen oder um Beobachtungen unter dem Eise handelt. Hierbei wird uns neben der chemischen Analyse die fortgesetzte biologische äußerst wert-

volle Aufschlüsse geben, ja, meist wird die letztere uns überhaupt erst darauf aufmerksam machen, daß im Wasser schädliche Prozesse sich abspielen.

B. Bestimmung der im Wasser gelösten Gase.

I. Freie Kohlensäure.

∞ a) Zur qualitativen Prüfung eines Wassers auf freie Kohlensäure löst man einen Teil Rosolsäure in 500 Teilen 80prozentigem Weingeist, versetzt mit etwas Ätzbaryt bis zur beginnenden rötlichen Färbung und verwendet von dieser Lösung (s. „Reagenzien" am Schluß) etwa $^1/_2$ ccm (8 bis 10 Tropfen) auf 50 ccm des zu prüfenden Wassers. Bei Anwesenheit von freier Kohlensäure tritt Farblosigkeit oder Gelbfärbung ein, bei Gegenwart von nur doppeltkohlensauren Salzen bleibt die Flüssigkeit rot.

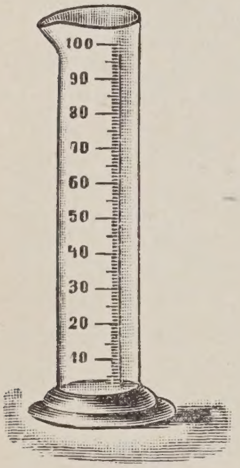


Fig. 10.
Mensur.
Paul Altmann, Berlin.

Fig. 11.
Tropfglas.
Paul Altmann, Berlin.

∞ b) Was die Entnahme der für die quantitative Bestimmung der freien Kohlensäure notwendigen Proben anlangt, so brauchen wir dabei draußen in der freien Natur nicht gerade übermäßig sorgfältig vorzugehen. Wissen wir doch, daß die atmosphärische Luft nur Spuren von Kohlensäure enthält, und daß infolge davon, selbst bei wiederholtem Um- und Übergießen, das Wasser bloß sehr geringe, innerhalb der Fehlergrenzen der Bestimmungsmethode liegende Quantitäten von diesem Gase aufnehmen wird. — Anders liegt die Sache allerdings im Zimmer, wo bei geringer Ventilation gemäß der in demselben vorhandenen Personenzahl, der brennenden Öfen und Flammen u. a. m. der Kohlensäuregehalt der Luft steigt. Hier müssen schon die bei der Sauerstoffbestimmung genannten Kautelen in Anwendung gebracht werden. Wir tun also am besten, die Kohlensäurebestimmungen **unmittelbar** nach der Probenahme direkt am Teich vorzunehmen. — Nach-

dem wir die Temperatur des Wassers an der betreffenden Stelle abgelesen und notiert haben, schöpfen wir mit Hilfe eines Maßzylinders (einer „Mensur", s. Fig. 10) genau 100 ccm Wasser zunächst von der Oberfläche ab, gießen dieses mit einem Schuß derart in ein 250 ccm fassendes Becherglas oder besser in einen Erlenmeyer-Kolben, daß nichts verloren geht, lassen grob austropfen, geben dann aus einem Tropffläschchen (Fig. 11) 10 bis 12 Tropfen 1prozentige Phenolphtaleïnlösung hinzu und weiterhin aus einem anderen Tropffläschchen so lange $^1/_{10}$ bzw. $^1/_{100}$ Normal-Kalilauge ($^n/_{10}$ KOHlauge), bis die Flüssigkeit beim Umschwenken eben schwach rosa gefärbt erscheint und diese rosa Färbung einige Sekunden lang anhält. Um den Übergang recht deutlich wahrnehmbar zu machen, halten wir das Becherglas bzw. den Kolben über ein weißes Taschentuch.

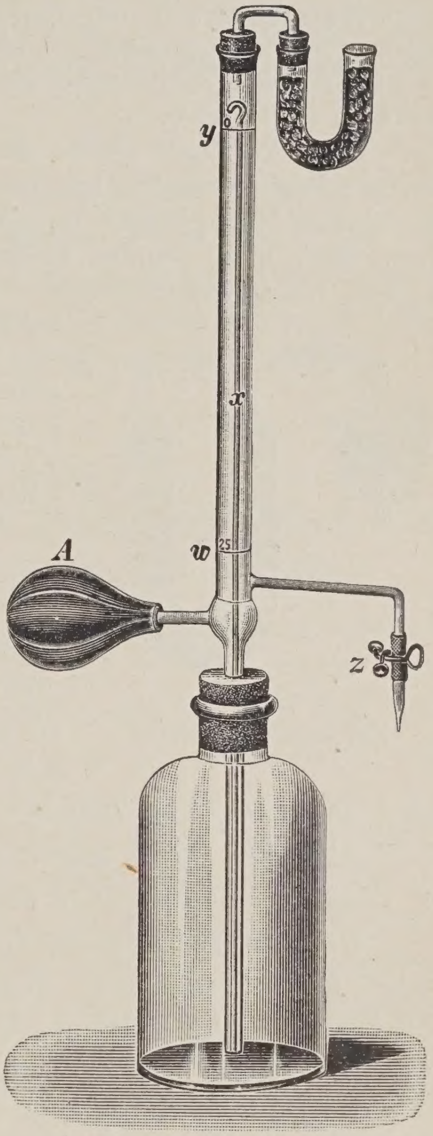


Fig. 12.
Automatische Bürette.

Phenolphtaleïnlösung. 10 g Phenolphtaleïn werden in 1000 ccm 90prozentigen Alkohols gelöst.

Zehntel Normal-Kalilauge. Da die Darstellung der titrierten Normallösungen mit verhältnismäßig großen Schwierigkeiten für den Praktiker wie Biologen, der nicht über kompliziertere Laboratoriumseinrichtungen verfügt, verknüpft ist und man diese Lösungen genau eingestellt und immer von gleicher Güte sehr wohlfeil von renommierten chemischen Fabriken, wie Kahlbaum in Berlin, beziehen kann, rate ich dringend, auf die Selbstanfertigung zu verzichten und sich von Zeit zu Zeit einen größeren Vorrat von dorther kommen zu lassen (s. „Titrierte Normallösungen" am Schluß).

Soweit man nicht automatische Büretten benutzt, die, wie in Figur 12 dargestellt, zweckmäßig und, soweit Kali- oder Natronoder Barytlauge in Betracht kommen, unbedingt mit einem Natron-

kalkröhrchen verschlossen werden müssen, verstöpselt man die Büretten jedesmal sofort nach der Füllung mit einem durchbohrten Gummistopfen, der in der nachstehend skizzierten Weise an einem Glas- ein mit Natronkalk beschicktes U-Röhrchen trägt (Fig. 13).

Selbstverständlich ist vor jedem Zusatz von Lösungen der Stand derselben genau in der Bürette abzulesen, und zwar liest man bei gefärbten Flüssigkeiten den oberen, bei ungefärbten den unteren Rand der gebogenen Oberfläche ab, wobei die $^1/_{100}$ ccm geschätzt werden müssen (s. S. 120).

Dem Anfänger dürfte das Treffen des 100-ccm-Teilstriches nicht gerade leicht fallen. Ich kann ihm nur raten, den mit der Rechten geführten Meßzylinder, nachdem er ein Quantum Wasser abgegossen hat, mehr oder minder stark und rasch gegen den Zeigefinger der linken Hand anzuschlagen. Es ist das ein kleiner Kniff, der sehr bald sicher zum Ziel führt. —

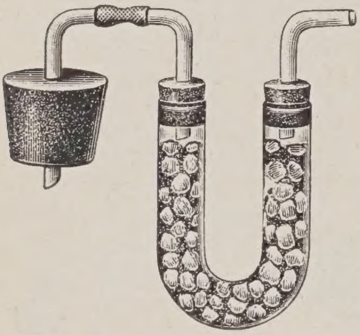


Fig. 13.
Natronkalkröhrchen.

Von der Phenolphtaleïnlösung, die immer etwas sauer reagiert (wegen des in ihr vorhandenen Alkohols), nehme man, um gute Vergleichswerte zu erhalten, stets die gleiche Anzahl Tropfen.

Die Größe eines Tropfens ist auf jedem Fläschchen eingeätzt, außerdem können wir dieselbe für unsere Zwecke hinreichend genau konstatieren, wenn wir in eine kleine, 10 ccm in $^1/_{10}$ fassende trockene Mensur wiederholt eine Anzahl Tropfen hineingeben und deren Volumen ablesen. Wären also z. B. 20 Tropfen bei drei verschiedenen Ablesungen gewesen = 0,76, 0,78, 0,74, so wäre 1 Tropfen = 0,038 oder rund 0,04 ccm.

Um die Werte für die freie Kohlensäure zu erhalten, verfahren wir folgendermaßen: Hätten wir beispielsweise gebraucht: 16 Tropfen $^n/_{10}$ KOHlauge, von denen 1 Tropfen = 0,046 ccm, also 16 Tropfen = 0,736 ccm wären, so ist die Rechnung folgende:

1 ccm $^n/_{10}$ KOHlauge = 0,116 oder rund 0,12 ccm CO_2.

Es enthält also das Wasser 0,736 × 0,12 = 0,088 (0,09) $^0/_0$ CO_2.

Oder es wären gebraucht worden 16 Tropfen $^n/_1$ KOHlauge = 0,736 ccm. 1 ccm = 1,16 ccm CO_2, es enthielte das Wasser dann 0,88$^0/_0$ CO_2.

Diese Bestimmungen sind mit den aus den tieferen und tiefsten Schichten geholten Wasserproben (Apparate zum Schöpfen und Methode der Entnahme s. Fig. 17 und 18 S. 130) zu wiederholen, wobei, wie bei der Sauerstoffbestimmung noch näher erörtert

werden soll, auf die Belichtungsverhältnisse usw. besonders zu achten ist.

Häufig wird, namentlich in algen- oder pflanzen-, aber auch in an organischer Substanz reichen Wässern im Sonnenlicht der einfache Phenolphtaleïnzusatz bereits eine mehr oder minder intensive Rötung hervorrufen. In diesem Falle ist immer eine Prüfung auf Ammoniak vorzunehmen. Fällt dieselbe negativ aus, so notieren wir:

$$\% \; CO_2 = 0{,}0.$$

Im anderen Falle kochen wir das Wasser und titrieren darauf die Kohlensäure in der oben angegebenen Weise aus. Die betreffende Notiz müßte lauten: Reaktion bei Zusatz von Phenolphtaleïn stark alkalisch, Ammoniak reichlich vorhanden. — Wasser gekocht = 10 Tropfen (= 0,4 ccm) $^n/_1$ KOHl. = 0,46 ccm CO_2.

II. Bestimmung der freien und halb gebundenen Kohlensäure nach dem modifizierten von Pettenkofer'schen Prinzip.

Man füllt vorsichtig je 100 ccm Wasser, welche am besten im Freien gleich an Ort und Stelle mit der Pipette abgemessen werden, in zwei bis drei mit gut schließenden Korken versehene Kölbchen von 200 bis 250 ccm Inhalt, setzt sofort 10 bis 12 Tropfen der 1 prozentigen Phenolphtaleïnlösung, sowie aus einer Bürette mit automatischer Einstellung (Fig. 12), die zwecks Verhinderung des Zutrittes von Kohlensäure aus der Luft ein mit Natronkalk beschicktes U-Röhrchen trägt, überschüssige Mengen $^n/_{10}$ oder $^n/_1$ Ba OH lauge (d. h. einer genau eingestellten Lösung von Ätzbaryt und Chlorbaryum) zu, schüttelt um und läßt gut verkorkt stehen. Am folgenden Morgen hebert man aus jedem Fläschchen von der obenstehenden klaren, roten Flüssigkeit mit der Pipette vorsichtig 20 ccm heraus, füllt vorsichtig in ein trockenes Becherglas über und titriert nun so lange mit $^n/_{10}$ Salzsäure zurück, bis die Flüssigkeit nur noch schwach rosa erscheint, und ein Tropfen eine vollständige Entfärbung herbeiführt. Die verbrauchten Kubikzentimeter $^n/_{10}$ HCl sind zu notieren.

Die $^n/_{10}$ Salzsäure lassen wir zweckmäßig aus einer Bürette mit seitlich stehendem Glashahn, wie sie die Figur 14 darstellt, in kleinen Mengen, am besten tropfenweis, einlaufen. Ehe wir die Bürette

füllen, schmieren wir, damit er dicht hält, den Glashahn mit wenig bester Vaseline oder bestem Schmalz, fügen ihn wieder ein, drehen ihn mehrere Male um, überzeugen uns, daß keine „Schlieren" oder ungefetteten Stellen vorhanden sind (letztere müssen nachgefettet werden), ziehen ihn nochmals heraus und sehen nach, daß die kapillare Bohrung nicht etwa durch das Fett verstopft wurde. — Letzteres entfernen wir ev. durch feinen Blumendraht oder eine feine Federpose. — Wir setzen nunmehr am offenen oberen Ende einen kleinen Trichter auf, dessen Spitze die Öffnung indes nur zu $^2/_3$ bis $^3/_4$ ausfüllen darf, füllen bis nahe zur 0,0-ccm-Marke auf, lassen, um die kapillare Bohrung des Hahnes zu füllen, einige Tropfen in die Flasche mit der Titrierflüssigkeit zurücklaufen und lesen nun den Stand der Flüssigkeit ab, indem wir bei farblosen den unteren (Fig. 15), in gefärbten den oberen Rand in die Höhe des Auges, wie beim „Zielen", bringen. Ein hinter die Bürette so gehaltenes weißes Kartenblatt, daß dessen Rand gerade mit dem Rande (Meniskus) der Flüssigkeit zusammenfällt, erleichtert das Ablesen wesentlich. (Bei Kali- oder Natron- oder Barytlauge empfiehlt es sich, um jede Absorption von CO_2 aus der Luft zu vermeiden, sofort nach der Entfernung des Trichters, wie in Figur 12, ein an einem durchbohrten Gummistopfen befestigtes Natronkalkröhrchen aufzusetzen.) Wir notieren den anfänglichen Stand der Flüssigkeit, z. B. $^n/_{10}$ HCl = 0,04, lassen in das Bechergläschen tropfenweis einlaufen, bis die Flüssigkeit in letzterem neutral ist, lesen wieder ab, notieren $^n/_{10}$ HCl = 6,42, also verbraucht 6,38 ccm, stöpseln die Bürette mit einem nicht durchbohrten Korken zu (bei alkalischen Titrierflüssigkeiten genügt die Natronkalksperrung) und stellen sie beiseite.

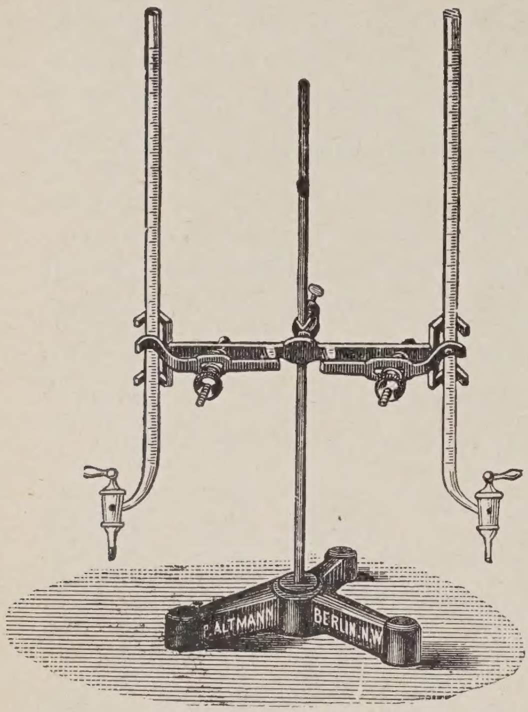


Fig. 14.
Bürette mit seitlich stehendem Glashahn.
(Paul Altmann, Berlin).

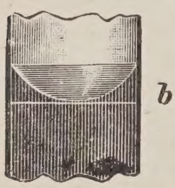


Fig. 15.
Meniskus
(Einstellung beim Ablesen).

Sollten wir gezwungen sein, die Bürette, die heute mit $^n/_{10}$ HCl gefüllt war, morgen für KOHlauge zu benutzen, so lassen wir den Rest der Titrierflüssigkeit in die betreffende Flasche zurücklaufen, spülen wiederholt gründlich und allseitig mit Aqua destillata, welches wir durch den Hahn ablaufen lassen, dann weiterhin allseitig (unter Drehen

und Wenden der Bürette) dreimal mit geringen Mengen KOHlauge, lassen ablaufen und verfahren schließlich, wie oben angegeben.

Die Barytlauge muß von Zeit zu Zeit, etwa alle 14 Tage oder mindestens alle vier Wochen, gegen die $^n/_{10}$ oder $^n/_1$ HCl eingestellt werden, weil ihr Titre sich ändert. Wir lassen zu diesem Behuf in ein gut gesäubertes, trockenes Becherglas 10 bis 12 Tropfen Phenolphtaleïnlösung und vorsichtig aus der Bürette 25 ccm BaOHlauge einfließen und geben so lange $^n/_{10}$ oder $^n/_1$ HCl zu, bis die Flüssigkeit auch hier nur mehr schwach rosa schimmert, ein überschüssiger Tropfen HCl eine vollkommene Entfärbung herbeiführt. Wir notieren: 25 ccm BaOHlauge = 22,4 ccm HCl, 1 ccm $^n/_1$ HCl = 1,12 ccm BaOHlauge 1 ccm BaOHlauge = 0,9 ccm $^n/_{10}$ HCl.

Die Berechnung wäre folgende:

Zugesetzt zu dem Wasser 25 ccm BaOHlauge = 22,4 ccm $^n/_{10}$ HCl,
zurücktitriert in 20 = 1,96, also in 125 ccm = 12,25 „ „

verbraucht: 10,15 ccm $^n/_{10}$ HCl.

1 ccm $^n/_{10}$ HCl = 0,12 ccm CO_2, also 100 ccm Wasser = 0,974 ccm CO_2.

Das Abpipettieren der Flüssigkeiten geschieht in folgender Weise: Man nimmt, nachdem man den Zeigefinger der rechten Hand befeuchtet hat, das stumpfe Ende der Pipette (a) in den Mund und saugt nun so lange vorsichtig die Flüssigkeit hoch, bis dieselbe beinahe in den Mund gelangt, jedenfalls erheblich über der Marke (b) steht (die Pipette ist dabei dicht am Munde mit der rechten Hand zu halten). Ist die Flüssigkeit hoch genug gesaugt, dann schnell den befeuchteten Finger auf die obere Öffnung der Pipette drücken, diese selbst mit Daumen und drittem Finger der rechten Hand festhalten. Lüftet man nun kaum merklich den Zeigefinger, so tropft die Flüssigkeit langsam ab. Das geschieht so lange, bis der untere Rand derselben mit dem Strich (der Marke), welche 25 oder 50 ccm anzeigt, in der in Figur 15 skizzierten Weise sich gerade deckt. Nun nimmt man das zu füllende Gläschen mit der linken Hand, setzt die Pipette, wie in Figur 16 dargestellt ist, unten am Rande an und läßt langsam einlaufen. Um schließlich auch möglichst die letzten Tropfen der Flüssigkeit aus der Pipette zu entfernen, umfaßt man die Ausbuchtung B vollkommen mit der linken Hand,

Fig. 16.
Abpipettieren subtiler Flüssigkeiten.

während man auf die obere Öffnung a den Daumen oder Zeigefinger der rechten drückt. Die dadurch bedingte Erwärmung der Luft drängt die letzten Wasserreste aus der Pipette heraus.

Die Einrichtung der automatischen Bürette ergibt sich aus der vorstehenden Figur 12. Um dieselbe zu füllen, drücken wir nicht allzu stark auf den Gummiballon A so lange, bis die langsam in x aufsteigende Flüssigkeit etwas über y steht, warten ab, bis der Überschuß abgeflossen ist und der untere Rand der Flüssigkeit sich mit y deckt, und lassen nun so lange langsam einfließen (unter Drücken auf die beiden Platten des Quetschhahnes z mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand), bis der untere Rand der Flüssigkeit sich wieder mit dem untersten — 25 ccm — Strich (w) der Skala deckt.

Erweist sich das Wasser auf Zusatz von neutraler Rosolsäurelösung als alkalisch (s. S. 106), so müssen wir eine Korrektur anbringen, weil uns der wechselnde Alkaligehalt des Wassers ein mehr oder minder beträchtliches Minus an Kohlensäure vortäuschen würde. Wir setzen also, wie das bereits Seite 106 A, a angegeben wurde, zu 100 oder 200 ccm des betreffenden Wassers einige Tropfen neutraler Rosolsäurelösung hinzu und titrieren über einer weißen Unterlage unter Umschwenken so lange mit $^{n}/_{10}$ Salzsäure zurück, bis die Flüssigkeit eben noch orange oder hell erscheint, ein Tropfen Gelbfärbung herbeiführt. Die verbrauchten Kubikzentimeter $^{n}/_{10}$ HCl sind abzuziehen.

Die Berechnung wäre für den vorliegenden Fall folgende:

Zugesetzt zu dem Wasser 25 ccm BaOH l. =	22,4	ccm	$^{n}/_{10}$ HCl.
dazu zu addieren für Alkaligehalt des Wassers	0,6	„	$^{n}/_{10}$ HCl.
	23,0	ccm	$^{n}/_{10}$ HCl.
zurücktitriert	12,25	„	$^{n}/_{10}$ HCl.
verbraucht:	10,75	ccm	$^{n}/_{10}$ HCl.

Das Wasser enthält mithin an freier und halbgebundener $CO_2 = 1{,}03\ ^0/_0$.

Da die Kohlensäurewerte meist in Gramm angegeben werden, ist es wichtig, zu wissen, daß 1 l Kohlensäure bei 0^0 und 760 mm etwa 1,966 g wiegt; 1 ccm $^{n}/_{10}$ HCL wäre mithin äquivalent 0,22 mg oder 0,0002 g CO_2.

Welch wichtige Rolle die Kohlensäure im Pflanzenleben spielt, soll hier bloß gestreift werden, obwohl sich die Herren Biologen um sie bisher wenig gekümmert haben. Unter sonst gleichen Verhältnissen bedeutet dieses Gas einen der vornehmsten Nährstoffe

für alle Vegetabilien, von den einzelligen bis hinauf zu den höchsten, und da in der Natur immer der Grundsatz gilt, daß innerhalb gewisser Grenzen eine reichliche Nährstoffmenge auch eine reichliche Wucherung von Organismen bedingt, werden wir im großen ganzen die kohlensäurereichsten Gewässer auch als die produktivsten ansprechen dürfen, wohlverstanden aber bloß dann, wenn alle anderen Nährstoffe in gehöriger Form und nötiger Menge vorhanden sind.

Dazu gehört aber vor allem die richtige Selbstreinigung im Sinne von v. Pettenkofer, deren wahre Grundlagen, so einfach, selbstverständlich sie auf den ersten Blick erscheinen mögen, vielen Leuten bis heute noch böhmische Berge geblieben sind. — Wie in einem besonderen Kapitel dieses Buches an der Hand meiner Beobachtungen im In- und Auslande und in völliger Übereinstimmung mit Brandt-Kiel u. a. gezeigt werden soll, bilden die Basis des Ganzen, sozusagen den λόγος der Biologie, bestimmte große Gruppen von Fermenten und Bakterien, von denen uns die nitrifizierenden, d. h. die aus der agilen organischen Substanz Salpeter bildenden, inzwischen am meisten geläufig geworden sind. — Durch zahlreiche Versuche und Beobachtungen glaube ich gefunden zu haben, daß Vertreter dieser Gruppen — wie unter Umständen im Verdauungstraktus der höheren Tiere, bis hinauf zur Krone der Schöpfung — so auch in demjenigen der Fische, insbesondere der Weißfische, schmarotzen und dort bei der Bewältigung der schwer verdaulichen Kunstnahrung eine bedeutsame Rolle spielen.[1]) Die Entwickelung bzw. Wucherung dieser Fermente und Spaltpilze ist nun — das wissen wir genau — ebenso wie an die Temperatur und an die Gegenwart größerer Mengen von agiler organischer Substanz, an diejenige von kohlensaurem Kalk, und zwar von gelöstem, kohlensaurem Kalk, gebunden. Und wenn bereits 1880 Weith[2]) an der Hand von größeren, systematisch durchgeführten Versuchsreihen nachwies, daß unter den von ihm durchforschten schweizerischen Seen die mit dem größten Gehalt an gelöstem, kohlensaurem Kalk allemal auch die fischreichsten waren, so dürfen wir das um so eher unterstreichen, als die praktischen Erfahrungen der Fischzüchter in Verbindung mit den exakten wissenschaftlichen Untersuchungen, namentlich der Zuntz'schen[3]) Schule, ihm darin vollkommen Recht gegeben haben. — Für den Karpfen notierte ich im Versuch extra corpus folgende interessante Werte:

---

1) österreichische Fischerei-Zeitung, Wien, III. Jahrg. No. 2 u. 4, s. a. Benecke, „Die Teichwirtschaft“ (bearb. v. S. Jaffé), 4. Aufl., Berlin 1902, S. 102: „Ich glaube auch, daß die Forelle bei der Verdauung Erde mechanisch gebraucht.“

2) Berichte der schweizerischen Abteilung intern. Fischerei-Ausstellung, Berlin 1880.

3) Knauthe, „Die Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 168 ff.

Vom Rohproteïn des Liebigschen Fleischmehles wurden verdaut in:

Temperatur + 25 — + 26° C	2 Std.	8 Std.	12 Std.	24 Std.
	Prozente			
Von Hepatopankreas-Extrakt				
+ Galle allein	34,4	42,5	63,9	87,2
+ Galle + Bakterien aus kalkreichem Ödland	46,2	59,7	89,1	—
+ Galle + Bakterien a. Straßenschmutz	57,4	71,2	90,2	92,4
+ Galle {+ Bakt. a. Straßensch. + verrottet. Mist . .}	59,6	80,2	93,4	—
+ Galle + Bakter. a. Gartenld.	52,7	76,4	87,3	90,6
+ Galle + Bakt. a. kalkarmem Land	23,9	30,6	—	76,2

Diese Daten erklären in etwas wenigstens die Mißerfolge, welche man hier und da in stark übersetzten kalk- und sauerstoffarmen Gewässern bei künstlicher Fütterung oder bei einseitiger Düngung, namentlich mit Jauche, zu verzeichnen hatte (s. S. 91 ff).

In derartigen kalk- und pflanzenarmen Gewässern geben uns ferner die Kohlensäure- in Verbindung mit den Sauerstoffwerten und den Zahlen für die organische Substanz (s. hinten) ein vorzügliches Kriterium für die in einem Wasser sich abspielenden Gärungs- und Fäulnisprozesse ab. Wir wissen aus unseren Versuchen, daß bei letzteren unter Verbrauch von Sauerstoff eine überschüssige Kohlensäurebildung statthat. Aus dieser Sauerstoffzehrung ist, wie nach Zuntz und mir (s. „Biolog. Zentralbl.“ 1899) auch Spitta („Arch. f. Hyg.“ 1900), Steuert („Fisch.-Ztg.“ 1903) u. a bestätigten, die Stärke der Einwirkung von Mikroorganismen erkennbar, also ein Rückschluß auf deren Menge zu ziehen möglich. Schöpfen wir nun z. B. mit Hilfe des von Professor Müller-Brandenburg konstruierten Stockes (Fig. 17) von einem viel benutzten Futterplatze und von einer gewöhnlichen, tunlichst analogen Teichstelle je sechs Wasserproben, stellen diese bei Teichtemperatur nebeneinander auf und kochen je eine Parallelprobe in halbstündigen Intervallen, nachdem wir die Kohlensäure austitriert haben, im ,,Tenax“, so werden wir sehr interessante und wichtige bezügliche Daten erhalten.

Ganz anders im Dorfteich und den ihm durch vernünftige Düngungen ähnlich gemachten „besten“ Weihern im Sinne von Walter! Auch hier beobachten wir unter dem Einfluß der Dunkelheit, namentlich bei Windstille, einen rapiden Sauerstoffschwund und eine ganz beträchtliche Kohlensäurebildung.[1]) Dafür bleiben die Zahlen

---

[1]) Biologisches Zentralblatt, Erlangen XVII, Nr. 22, Fischerei-Zeitung, Neudamm 1900, S. 113, „Die Karpfenzucht“, 1901, S. 155 ff., N. Zuntz, Verh. d. Physiol. Ges. z. Berlin 1899—1900, No. 11, S. 69, u. a.

für die organische Substanz aber verhältnismäßig konstant, um am Tage desto schneller abzusinken. In Anbetracht der Wichtigkeit gerade derartiger Beobachtungen und, da sich seither nur wenige um sie gekümmert bzw. dieselben systematisch verfolgt haben, dürften einige wenige Beispiele immerhin nicht unnötig sein:

Beobachtungszeit 29. Juli 1905, abends 6 Uhr, 30. Juli, morgens 6 Uhr und 12½ Uhr mittags.

	A. Schmutzwasser:			B. Dorfteichwasser:		
	29. VII. 6 U. nm.	30. VII. 6 U. vm.	30. VII. 12½ nm.	29. VII. 6 U. nm.	30. VII. 6 U. vm.	30. VII. 12½ nm.
	Temperatur ⁰ C.					
	23	17	20	22	18	22,2
Organische Substanz g pro l	2,7	2,0	1,6	1,8	1,7	1,2
O ccm (%)	0,4	0,0	0,0	1,6	0,6	2,1
CO_2 ccm (%)	1,8	2,8	3,9	0,9	1,9	—
Methan ccm (%)	0,8	1,0	1,2	0,4	0,4	0.3
Ammoniak ccm (%)	Spur	reichl.	viel	—	—	—
Salpetersäure ccm (%)	—	—	—	vorh.	vorh.	vorh.

Die Hygiene der menschlichen Wohnungen und Niederlassungen lehrt uns, daß überall dort, wo die nötige Ventilation fehlt oder bloß ungenügend besorgt wird und infolge davon die schädliche Kohlensäure sich in überschüssigen Mengen entwickelt, auch die Bedingungen für allerhand Kalamitäten gegeben sind. Fürs Wasser wollen das viele Biologen vorerst einmal nicht wahr haben, denn „wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, gehören schon ganz gewaltige Dosen freier Kohlensäure dazu, die Fische zu töten, Dosen, wie sie in der Natur nur äußerst selten vorkommen dürften. So fand Kupzis, daß die Fische erst bei 200 mg freier Kohlensäure im Liter Rückenlage annahmen;[1]) bei einem Gehalte von **288 mg** (0,288 g) und einem Verweilen in derartigem Wasser während 2½ Stunden starben die Barsche, Kaulbarsche, Rotaugen, Ukeleie, während der Gründling auch dieses noch aushielt. — Wir können also hieraus schließen, daß ein zu hoher Gehalt an Kohlensäure nur in den **seltensten** Fällen Ursache eines Fischsterbens sein wird."

Hierzu sei aber ganz ausdrücklich bemerkt, daß es sich bei derartigen — primitiven — Aquarienversuchen einzig um die Feststellung der direkten Einwirkung des Giftes auf den Fischkörper bzw. die Normierung der letalen Dosen handelte, und daß gerade dabei die Versuchsanordnung, sowie die näheren Umstände ein gewichtiges

---

[1]) Ztschr. f. Fisch. 1902, 3 u. 4, Ztschr. f. Unt. Nahr.- u. Genußmitt. 1904, s. a. König u. Haselhoff, Landw. Jahrb. 1897, Bd. 26, S. 75—129.

Wörtlein mitreden. Bekanntlich sind sofort tödliche Kohlensäurevergiftungen auch bei den höheren Tieren relativ selten, um so folgenschwerer sind aber die allmählichen, schleichenden, weil sie den Organismus erschlaffen und namentlich das Blut hindern, zum Schutze gegen die eindringenden Toxine die nötigen Alexine (im Sinne von Ehrlich)[1] zu bilden. Genau dasselbe ist aber auch bei den Fischen der Fall.

Dabei möchte ich vor allem noch an die älteren Versuche von Dubois-Reymond erinnern, denen zufolge die vom tierischen Organismus produzierte Kohlensäure als Anthroprotoxin, sowie die von gewissen Mikroben gelieferte bereits in sehr kleinen Dosen letal oder wenigstens stark giftig, jedenfalls ungleich schädlicher wirkt als das xfache Volumen der aus Bomben bezw. Karbonaten gewonnenen „reinen" Substanz. —

Die sowohl von der pflanzlichen (chlorophyllhaltigen) Zelle als auch von den (Tieren) Gärern und Fäulniserregern produzierte CO_2 gleichen einander chemisch um ein Haar, in biologischer (physiologischer) Hinsicht müssen jedoch einschneidende Unterschiede obwalten. Wie anders läßt es sich nämlich erklären, daß im Entenpfuhl (in der Nacht) bei 0,34 % O und 2,4 % freier CO_2 alle Fische am Leben blieben, während in der 100 m entfernten Schmutzpfütze bei **0,46** % O und **1,98** % **CO_2** (NH_3 und H_2S kaum nachweisbar) Plötzen, Ukeleie und Gründeln an Erstickung krepierten? Speziell diese toxische Form der Kohlensäure scheint mir nun bei den von Hofer, Schiemenz u. a. betonten teils chronischen, teils akuten Vergiftungen der Fische durch die Abwässer von Zucker-, Stärkefabriken usw. eine gewaltige Rolle zu spielen.[2]

Seit Jahren bereits grassiert in der Weichselniederung eine Epidemie unter den Karpfen und Forellen, über deren Ursachen sich die ersten Autoritäten vergebens die Köpfe zerbrochen haben. Je mehr ich mich mit dieser Kalamität beschäftige — und ich habe dazu Gelegenheit genug —, desto mehr drängt sich mir die Überzeugung auf, daß es sich dort um eine fortgesetzte typische Kohlensäurevergiftung handelt, herbeigeführt teils durch das vollständig verschmutzte Wasser der Bialka, noch mehr aber durch eine widernatürliche Art der Fütterung mit den vielgerühmten, tatsächlich aber total ungeeigneten Lupinen. — Nach den Befunden von Zuntz und Lewinstein[3]) kann beim Warmblüter bei Sauerstoffmangel und gleichzeitiger Anwesenheit größerer Mengen von freier Kohlensäure nur zu leicht eine fettige Degeneration des Gewebes eintreten, welche nicht bloß den Erfolg der Fütterung hinfällig zu machen, sondern

[1]) cfr. speziell für Fische, Krebse usw. Hofer, „Handbuch der Fischkrankheiten", München 1904, S. 331 ff., für höhere Tiere Meyerhoffer, „Die chemisch-phys. Beschaffenheit der Heilquellen", Verh. d. Ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte, 74. Vers., I, 156 ff.

[2]) Ztschr. f. Fisch., IX, 1 u. 2, S. 68, X, 3, S. 161.

[3]) Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bonn 1895.

auch die Widerstandsfähigkeit des Organismus gegen Krankheiten herabzudrücken vermag. Zu diesen Befunden von Zuntz und Lewinstein stimmen die Wahrnehmungen anderer Forscher über den Zusammenhang der Leukämie usw. mit schlechten, ungesunden Wohnungs- und Ernährungsverhältnissen. — Frisches, gesundes Fischblut wirkt gleich demjenigen der höheren Tiere kräftig fermentativ, verliert diese Fähigkeit aber nach Maßgabe der Aufnahme von Kohlensäure. Das Blut der Galizier aus der Weichselgegend ist nun in um so höherem Maße träge, je größer die Verunreinigung des Wassers oder der Futterplätze war. Hand in Hand damit geht das von mir bereits vor mehreren Jahren nachgewiesene Überwuchern der weißen Blutkörperchen.

Welch fürchterliche Zustände in vielen von unseren Futterwirtschaften und Mastanstalten herrschen, soll hier nicht näher erörtert werden. Jedenfalls erhielt ich neulich auf einer Reise durch verschiedene derselben die schönsten direkten und indirekten Belege für die Stichhaltigkeit meiner eben erwähnten Annahme, und lernte ich gleichzeitig die Ursachen dafür kennen, aus denen an und für sich indifferente, ja nützliche Bakterien und Fermente auch im Wasser zu argen Schädigern nicht bloß des Fischlebens, sondern der Fauna und Flora zu werden vermögen.

Im Schlußbande seines „Ausführlichen Lehrbuches der Teichwirtschaft“, Bautzen 1905, behauptet Vogel auf Grund früherer Ausführungen von Zuntz[1]) und Jaffé,[2]) daß die Fütterung der Fische bloß dort lohne, wo sie nicht die Form der intensiven Mast, sondern der Zufütterung annimmt. Dieser Behauptung ist von Kottas[3]) widersprochen worden, trotzdem dürfte Vogel in diesem Falle Recht behalten (s. Zuntz, D. Landw. Presse 1906, No. 35).

In den Rahmen dieser Ausführungen fügt sich zwanglos der Umstand, daß die „Drehkrankheit“ der Salmoniden sich nach Jaffé-Sandfort und meinen eigenen Beobachtungen eigentlich nur dort zeigt, wo die Tiere in einem an freier Kohlensäure reichen Wasser übermäßig stark und wenig rationell gefüttert werden, — weniger deutlich in härterem, als in weichem Wasser. — Cronheim und ich hatten vor mehreren Jahren Gelegenheit, einen derartigen Fall zu untersuchen. Da Professor Zuntz der von Cronheims Analysen gestützten Ansicht von Jaffé, daß es sich in derartigen Fällen um eine Kohlensäurevergiftung handeln könne, beipflichtete, möchte ich die Züchter, in deren Teichen die Drehkrankheit sich zeigt, recht dringend zur Untersuchung des betreffenden Wassers auf seinen Gehalt an freier und freier und halbgebundener CO_2 und um Mitteilung der gewonnenen Resultate — wenn auch ohne Namensnennung — ersuchen.

---

[1]) Berichte der Berliner Physiologischen Gesellschaft, Berlin 1897.
[2]) „Die Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 254.
[3]) Österreichische Fischerei-Zeitung, Wien, III, No. 3.

Vor längerer Zeit veröffentlichte ich in der „Fischerei-Zeitung“, Neudamm, einen Aufsatz über „Degeneration und Bastardbildung bei Fischen“ (1898, S. 652, 1902, S. 629), welcher in mehr als einem Punkte sich mit den späteren Ausführungen von Hoffbauer u. a. über den „Zwergwuchs“ bei Salmoniden und Cypriniden deckt.[1]) Inwiefern ein höherer Gehalt an freier Kohlensäure an diesen ganz eigenartigen Erscheinungen mit schuld trägt, soll hier nicht näher erörtert werden. Wenn ich indessen die Ausführungen der Zoologen über die Entstehung der Torf- und Wendenkuh in Verbindung mit den Experimenten von Semper an Schnecken[2]) einerseits, die in vielen Gewässern herrschenden Verhältnisse andererseits Revue passieren lasse, so komme ich auf die Kohlensäure als einen der Faktoren immer zurück.

Zum Schluß möchte ich hier gleich vorwegnehmen, daß nach meinen zahlreichen Versuchen, mit denen die Beobachtungen von Schimanski-Stuhm[3]) u. a. recht gut übereinstimmen, genau wie die zunehmenden CO_2werte einen solchen für die Gärungs- und Fäulnisvorgänge, so auch hinwiederum die Sauerstoffwerte einen vorzüglichen Maßstab für die Zahl der chlorophyllhaltigen Organismen und den Düngerzustand überhaupt abgeben. Ja, ich bin sicher, daß sich unter Berücksichtigung dieser Momente, die leider, obwohl sie so sehr für die biologische Analyse sprechen, von deren Vertretern kaum berücksichtigt worden sind, eine Klassifikation der Gewässer am ehesten wird ermöglichen lassen. Gerade weil die Analysen der Kohlensäure sowohl wie des Sauerstoffes nur geringe Schwierigkeiten bieten und, wenn diese überwunden wurden, ebenso einfach wie wenig zeitraubend sind, werden sie sich sehr bald Eingang in weitere Kreise verschaffen. Wird nun das so gesammelte Material von einheitlichen Gesichtspunkten aus geordnet, so wird es auch unsere Kenntnisse von den Vorgängen im Wasser wesentlich bereichern.

∞ III. Bestimmung des Sauerstoffes mit dem „Tenax“.

Von größter Wichtigkeit ist die Füllung der 100 ccm fassenden Kölbchen. Dieselbe muß derart vor sich gehen, daß das Wasser tunlichst wenig mit der Luft in Berührung

---

[1]) „Üb. d. Einfl. d. Wasserv. a. d. Wachst. d. Fische“, Jahrb. d. teichw. Versuchsst. Trachenb. 1899/1900, S. 67, Allg. Fisch.-Ztg. 1902, No. 6 u. 7, Klunzinger, „Über Zwergrassen bei Fischen u. Felchen insbesond.“, Jahresh. d. Ver. f. vat. Naturk. i. Württemberg 1900, Bd. 56, S. 519—532, A. Schillinger, „Der Tiefseesaibling“, Allg. Fisch.-Ztg. 1901, No. 7, S. 149.

[2]) „Über d. Wachstumsbed. d. Lymnaeus stagnalis“, Verh. d. phys.-mediz. Ges. Göttingen, n. F. Bd. IV, „Natürl. Existenzbed. d. Tiere“, Int. wiss. Bibl., Bd. 39, S. 204.

[3]) Mitt. westpr. Fisch.-Ver., Bd. XIII, S. 22.

kommt und ihm die Möglichkeit, aus dieser Sauerstoff aufzunehmen, genommen wird.

Zu diesem Zwecke hat Professor Friedr. C. G. Müller[1]) in Brandendurg a. H., der Erfinder des „Tenax“, einen „Schöpfstock“ konstruiert (Fig. 17), der ebenso einfach als originell und praktisch ist und, namentlich für flache Gewässer, sich ausgezeichnet bewährt hat.

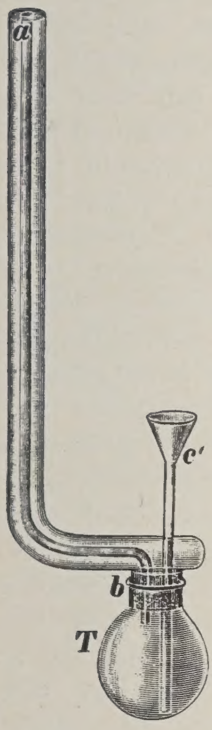


Fig. 17.
Müllerscher Schöpfstock.

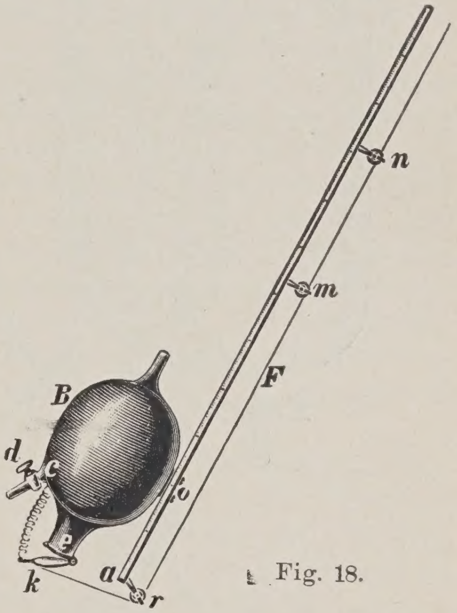


Fig. 18.
Apparat zur Entnahme von Wasserproben aus tiefen Schichten.

Die Einrichtung des Schöpfstockes ergibt sich aus der beifolgenden Zeichnung so deutlich, daß eine Beschreibung überflüssig erscheint. Bei b, einem mit starkem Gummischlauch überzogenen Blechröhrchen, durch welches die beiden Röhren a und c laufen, wird das „Tenax“ - Kölbchen derart angebracht, daß die 100-ccm-Marke gerade mit dem unteren Rande des Röhrchens bzw. des Gummischlauches abschneidet. Den Trichter c beschickt man, um das Eindringen grober Verunreinigungen in das Glasrohr bzw. das Kölbchen zu verhindern und das auszukochende Wasser tunlichst zu filtrieren, mit einem Wattebausch bei c′. Verschließt man die öffnung a mit dem angefeuchteten Daumen oder einem Korken, so kann man in jeder beliebigen Tiefe Proben entnehmen. Man bringt das Kölbchen oder den Stock ins Wasser und öffnet a. Das Wasser strömt durch c unten an den Boden von T ein, verdrängt die Luft und füllt so das Kölbchen, ohne Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen.

Nach vollendeter Füllung entfernt man T behutsam, versetzt (ev. nach Titration der freien CO_2) mit KOHlauge im Überschuß, bringt das Kölbchen an den „Tenax“ und kocht aus.

Für die Probenahme in größeren Tiefen dürfte sich dagegen der nachfolgende, von mir angegebene Apparat (Fig. 18) empfehlen: An einem langen, festen Holz- oder Eisenstabe mit Meterskala in $^1/_{10}$

[1]) Ztschr. f. angew. Chemie, Berlin 1899, No. 11.

befindet sich unten ein 2 bis 3 Liter fassender Ballon (B) aus Messing- oder Weißblech, dessen spitz auslaufendes oberes Ende offen ist (damit die Luft entweichen kann), dessen unteres Ende zwei verschließbare Öffnungen trägt. Die linke, engere (c) wird durch einen Hahn (d) verschlossen, die mittlere, weitere (e) trägt eine durch einen Gummiring gedichtete Klappe (k). Diese Klappe ist bei a durch ein einfaches Scharnier an dem Ballon befestigt, während sie auf der anderen Seite durch eine starke Spiralfeder aus Messingdraht fest angedrückt wird. Ein über eine Rolle (r) laufender Faden (F) ermöglicht es, die Klappe in jeder gewünschten Tiefe zu öffnen und nach stattgehabter Probenahme wieder dicht zu schließen. Das von unten eindringende Wasser verdrängt die Luft allmählich, es wird also, wie beim Müllerschen Schöpfstock, das „Blubbern" vermieden, bei dem das Wasser stets mehr oder minder große Quantitäten Sauerstoff aufnimmt oder aufnehmen (absorbieren) kann. — Wünschenswert ist die Anbringung eines in $^{1}/_{10}{}^{0}$ Celsius geteilten Thermometers neben dem Ballon, dessen Quecksilberbirne in eine starke Kautschukschicht eingehüllt ist.

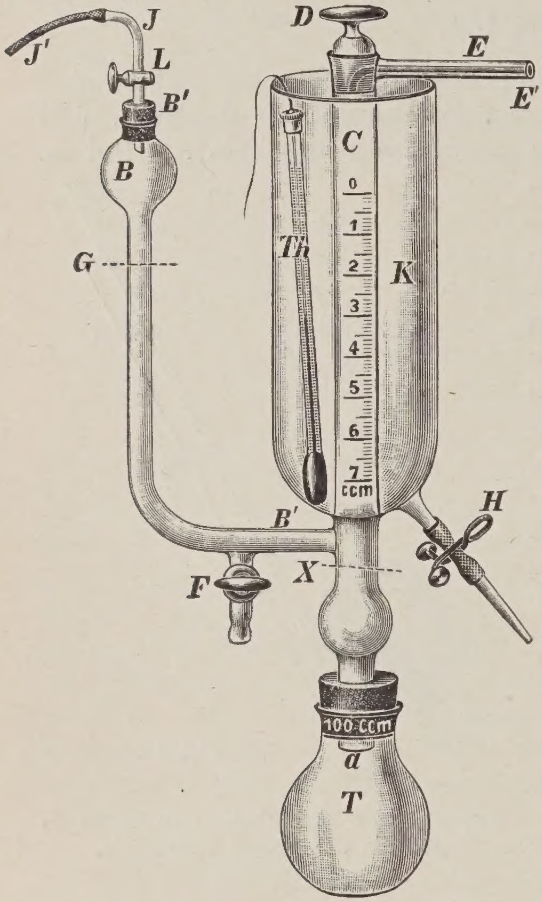


Fig. 19.
„Tenax"-Apparat.
Nach Prof. Müller, modifiz. von Prof. Zuntz.

Die so erhaltenen Proben werden in ein „Tenax"-Kölbchen übergefüllt, indem wir auf c einen in eine feine Glasspitze auslaufenden Gummischlauch bringen, den Hahn öffnen und das Wasser unter Vermeidung von starkem Wallen einlaufen lassen; hierauf versetzen wir das Wasser im Kölbchen mit 2 bis 3 Tropfen 25 prozentiger Kalilauge (um die Kohlensäure zu binden) und stöpseln das Kölbchen mit dem durchbohrten Gummistopfen ab. Diese Gummistopfen müssen so aufgesetzt werden, daß sie gerade mit der 100-ccm-Marke abschneiden, und daß keine Luftblasen oder -bläschen bleiben, weil letztere die Analyse mehr oder minder stark beeinflussen würden; die derart gewonnenen

Proben werden in der in Figur 19 skizzierten Weise an dem „Tenax“-Apparat so angebracht, daß dessen unteres Rohr nur eben unter dem Gummistopfen zu sehen ist.

Häufig wird der Betreffende nicht in der Lage sein, die Proben sofort auszukochen, sondern oft werden zwischen der Probenahme und der Analyse Stunden verstreichen, die Proben auf weitere Entfernung in dunkeln Kisten im geheizten Coupé transportiert werden müssen u. a. m. Nun wissen wir (s. S. 124), daß in solchen Proben namentlich dann, wenn dieselben reich an organischer Substanz sind, durch Gärung und Fäulnis eine starke Sauerstoffzehrung hervorgerufen wird, daß andererseits (in den an chlorophyllhaltigen Organismen reichen Wässern) die Dunkelheit ebenfalls einen Sauerstoffschwund bedingt, während im Licht, wenn also beispielsweise beim Stehen für diffuses Licht intensive Bestrahlung eintreten würde, die Sauerstoffwerte nach der anderen Richtung hin differieren werden. — Um derartige störende Momente auszuschließen, empfiehlt es sich, in allen Fällen, in denen die Proben nicht sofort verarbeitet werden können, dieselben nach dem Vorschlage von Zuntz mit 2 bis 3 Tropfen einer konzentrierten Lösung von übermangansaurem Kali vor dem Aufsetzen des Korkens zu beschicken und den letzteren, nachdem er unter allen Kautelen aufgesetzt wurde, mit dem jedem Korken beigegebenen Glasstab zu verstöpseln. Derartig konservierte Proben behalten, wie Marsson und Schiemenz ebenfalls beobachteten, mehrere Tage konstanten Sauerstoffgehalt.

Auch in solchen Proben muß natürlich vor dem Kochen, um alle Kohlensäure sicher zu binden, ein Zusatz von 2 bis 3 Tropfen 25prozentiger KOHlauge erfolgen. Ebenso werden im Institut Zuntz, in welchem wohl am meisten mit dem „Tenax“ gearbeitet und dessen Brauchbarkeit zuerst erhärtet wurde, Wässer, die an und für sich — wie die an chlorophyllhaltigen Organismen reichen im Sonnenlicht — eine alkalische Reaktion, also die Abwesenheit freier Kohlensäure, zeigen (s. S. 116 ff.), doch noch mit einigen Tropfen KOHlauge versetzt.

Das Kölbchen T wird, wie gesagt und die nebenstehende Figur 19 zeigt, derart an das untere Ende des „Tenax“-Apparates gebracht, daß dessen Spitze a gerade mit dem unteren Rande des Gummistopfens und der 100-ccm-Marke des Kölbchens abschneidet. Empfehlen dürfte es sich übrigens, um ein „Stoßen“ des Wassers beim Kochen zu vermeiden, in das Kölbchen T eine Spirale aus feinem Platindraht zu werfen. Dieses „Stoßen“ (infolge von Siedepunktsverzögerungen) kann unter Umständen so stark sein, daß die Korken dadurch herausgeschleudert werden und die Analyse verloren geht. Darauf wird der „Tenax“ von B aus mit Paraffinum liquidum Ph. Germ. III gefüllt. Zu diesem Behuf

entfernt man den Gummistopfen B′ und öffnet gleichzeitig den Hahn D nach E′ hin, damit die Luft dort entweichen kann. Man füllt den Apparat von B aus etwa bis zu der markierten Linie —·— G, setzt bei B den Stopfen B′ wieder auf und treibt durch vorsichtiges Blasen mit dem Munde von J′ aus so viel Paraffin in dem graduierten Schenkel C in die Höhe, daß dieser bis oben hin gefüllt ist (Luftblasen dürfen nicht bleiben), und daß ein Tropfen Paraffin bei E′ austritt. Ist die Füllung gelungen, so schließt man den Hahn D und überzeugt sich, daß bei F sich nicht etwa noch eine Luftblase verhält. Sollte dies der Fall sein, öffnet man F und läßt letztere durch das Paraffin herausdrücken.

Ebenso wird man späterhin, wenn das Paraffin infolge der Wärme und der in C aufsteigenden Gasblasen einen sehr hohen Stand in B erreicht, von F aus zeitweilig kleinere Quantitäten abzapfen. Ein Gasverlust findet dabei nicht statt, weil die Gasblasen alle in C aufsteigen.

Ist nun der Apparat in der angegebenen Weise beschickt, so wird der Kühlraum K bis oben auf mit kaltem Wasser gefüllt und mit kleiner Flamme zu kochen begonnen. (Sehr gut bewähren sich Drahtnetze mit Asbesteinlage.) Bald steigt das Gas in Form kleiner Spitzkugeln in C auf, und nun wird mit dem vorsichtigen Kochen so lange fortgefahren, bis sich nach zwei Minuten langem Kochen eine merkliche Zunahme des Volumens in dem Schenkel C nicht mehr ergibt.

Dabei ist folgendes strikt zu beachten: Das Wasser im Kölbchen darf nur mäßig kochen, jedes übermäßige Sieden ist entschieden zu vermeiden. Tritt das ein, so ist die Flamme so lange wegzunehmen, bis die Wallungen des Wassers aufgehört haben. Der Kühlraum K ist während der Dauer des Kochens tunlichst oft mit kaltem Wasser zu füllen, jedenfalls darf die Temperatur desselben in ihm 25 ° C niemals übersteigen.

Die Analyse und das totale Auskochen der Gase läßt sich dadurch wesentlich beschleunigen, daß der betreffende Analysator während des vorsichtigen Kochens bei J′ behutsam saugt oder „raucht". Dadurch wird das Wasser gleichsam ausgepumpt, und man erhält die Möglichkeit, die sonst etwa $^1/_2$ Stunde dauernde Analyse um 10 Minuten abkürzen zu können. Ein wesentlicher Vorteil namentlich bei Massenbestimmungen.

Sowie die Auskochung beendet ist, d. h. nach einem 2 bis 3 Minuten dauernden Kochen eine wesentliche Zunahme des Gas-

volumens nicht mehr eintritt, nimmt man die Flamme weg, wartet noch 1 bis 2 Minuten, um das an den Rändern der Skala hängende Paraffin zusammenlaufen zu lassen, und notiert die Temperatur des Kühlwassers, den Stand des Barometers und des Gesamtgases wie folgt:

Temp. 18° C Bar. 750,0 G. G. 2,25.

Dabei ist in der in Figur 20a skizzierten Weise der untere Rand (Meniskus) der Gasmenge abzulesen.

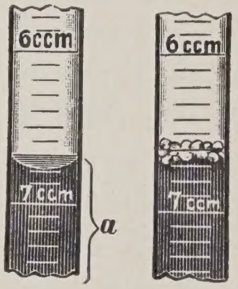


Fig. 20.
Ablesen klarer und schmutziger Gasmengen.

Darauf nimmt man eine von den jedem Apparat beigegebenen Absorptionspipetten (Fig. 21), die vorher von u aus mit der von Hempel vorgeschriebenen Lösung von gleichen Teilen Ammon. carb. sol. concentrat. und Ammoniak 0,93 spez. Gew. gefüllt ist, in die rechte Hand, treibt durch langsames Blasen von u aus die Flüssigkeit über, bis bei b einige Tropfen herausperlen, klemmt mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand den Schlauch bei β ab und bringt die Absorptionspipette derart an das Kapillarrohr E bzw. E′ (Fig. 19) heran, daß Glas an Glas stößt.

Die Manipulation ist, so umständlich und schwer sich dieselbe auf dem Papier auch ausnehmen mag, doch einfach und leicht zu erlernen. Daß sie exakt ausgeführt wird, und daß nicht etwa Luftblasen in der Absorptionspipette zurückbleiben oder beim Aufschieben in dieselbe gelangen, ist von allergrößter Wichtigkeit. Ferner ist beim Aufschieben der Absorptionspipette das Kapillarrohr E gegen zu halten, weil sonst die graduierte Skala leicht brechen könnte.

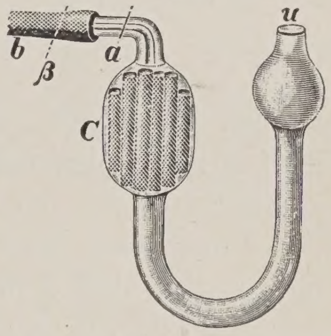


Fig. 21.
Absorptionspipette.

Nunmehr wird das in C befindliche Gasgemisch durch behutsames Blasen von J′ aus (Fig. 19) übergetrieben, und zwar derart, daß das nachdrängende Paraffin bei a (Fig. 21) etwa zu stehen kommt. Nach 1 bis 2 Minuten saugt man zurück, liest ab, treibt wieder über und fährt damit so lange fort, bis die Absorption durch das Kupfer bendet ist, was meist nach 3 bis 4 Minuten der Fall sein dürfte. Bei längerer Übung genügt es übrigens vollkommen, das Gasgemisch 3 bis 4 Minuten lang in der

Absorptionspipette zu belassen, zurückzusaugen und, nachdem das Wasser im Kühlraum erneuert wurde, nach **2 Minuten** abzulesen, — so lange muß man schon warten, um dem Paraffin ein Zusammenfließen zu ermöglichen.

Zu beachten ist dabei, daß der Hahn D (Fig. 19) jedesmal geschlossen bezw. geöffnet, und daß die blaue Flüssigkeit aus der Absorptionspipette bei diesem Zurücksaugen bis möglichst dicht an den (kapillaren) Auslaß des Hahnes D gesaugt werden muß. Ein Übertreten derselben in die Skala C ist allerdings tunlichst zu vermeiden.

Vor der Ablesung ist die Paraffinsäule in den beiden Schenkeln, wenn möglich, auf annähernd gleiche Höhe zu bringen. Um dies zu erreichen, füllt man von B aus entweder Paraffin nach oder läßt von F (Fig. 19) aus ein gewisses Quantum ausfließen. Das ist jedoch nur für subtile Analysen notwendig. Bei Massenuntersuchungen kann dieses Moment um so eher vernachlässigt werden, als nach wiederholten Beobachtungen von Zuntz und mir die durch einen Plus- oder Minusdruck der Paraffinsäule in B bedingten Veränderungen des Gasvolumens in C so unbedeutend sind, daß sie als innerhalb der Fehlergrenzen liegend betrachtet werden können.

Die Ablesung des aus der Absorptionspipette zurückgebliebenen Gasvolumens ergab:

Temp. 16 °C   Bar. 750,0   Vol. 1,25.

Daraus berechnen wir nun die wirklichen Werte für Sauerstoff (O) + Stickstoff (N) und O sowie N für sich folgendermaßen:

Die genaue Kalibrierung, welche jedem Apparat beigegeben ist, ergibt, daß 2,25 = 2,28 ccm sind; log. 2,28 = 35 793. Nun schlagen wir die „Chemisch-physikalischen Tabellen" von Landolt und Börnstein, Berlin 1883, Jul. Springer, auf. Dort finden wir Seite 22 ff. eine Tabelle, „Reduktion eines feucht gemessenen Gasvolumens auf 0° und 760 mm und Trockenheit", welche ich im Anhange folgen lasse (s. S. 137 ff.). Nach dieser Tabelle haben wir bei 18° und 750 mm = log. 95 613 zu dem log. des Volumens

35 793
zu addieren 95 613. Numerus zu 31 406 = **2,061.**
31 406

Genau ebenso berechnen wir Position II:

Volumen 1,25 kalibriert = 1,257, davon log. = 09 934; log. Temp.

$$\begin{array}{rl} & 09\,934 \\ + \text{ Barometer} = 96\,036: & \underline{96\,036} = \mathbf{1{,}147.} \\ & 05\,970 \end{array}$$

Wir hätten also O + N = 2,061

N = 1,147

mithin **O** = **0,914 ccm** in dieser Analyse gefunden.

Würden wir an Stelle eines Barometerstandes von 750,0 einen solchen von 756,4 bei 16⁰ C zu verzeichnen gehabt haben, so müßten wir rechnen 96 036 + 6,4 × 586 (als Differenz für 10 mm Quecksilberdruck) = 375; mithin

$$\begin{array}{r} 96\,036 \\ \underline{375}. \\ 96\,411 \end{array}$$

Nach beendeter Analyse nehmen wir zunächst die Absorptionspipette ab (der Apparat ist dabei mit der linken Hand bei E festzuhalten!), verkorken sie bei u und verschließen sie bei b durch einen Glasstab. Die Absorptionsflüssigkeit lassen wir ruhig darin und erneuern dieselbe erst dann, wenn der Sauerstoff schlecht absorbiert wird, was nach etwa 20 bis 30 Analysen der Fall sein dürfte, oder wenn sich infolge von ungeschicktem Übertreiben — namentlich in der ersten Zeit — eine größere Menge Paraffin in der Absorptionspipette angesammelt hat, welches das Kupfer überzieht und so die schnelle Absorption des Sauerstoffs verhindert.

Wir lassen dann die blau gewordene Absorptionsflüssigkeit von u aus ablaufen, spülen mehrere Male mit absolutem Alkohol, hierauf mit Salzsäure, gewöhnlichem und destilliertem Wasser aus, füllen einmal blind mit dem Ammoniakgemisch, dann definitiv. — Sollte reiner Alkohol per se nicht imstande sein, das Paraffin vollständig wegzunehmen, so empfiehlt es sich, demselben 6 bis 8 Tropfen der 25prozentigen KOHlauge zuzugeben, die so beschickte Pipette 1 bis 2 Stunden unter wiederholtem Umschütteln stehen zu lassen, mehrere Male mit heißem Wasser auszuspülen und endlich, wie oben angegeben, zu verfahren.

Um eine leichtere und bequemere Reinigung, sowie eine längere Benutzung der betreffenden Pipette zu ermöglichen, haben Professor Zuntz und ich derselben folgende Form (Fig. 22) gegeben. Der Gummistopfen erlaubt es uns, die Spiralen mit Kupferdraht jederzeit herauszunehmen, um sie eventuell abbürsten zu können.

Ehe wir daran gehen, das Kölbchen T vom „Tenax“ zu entfernen, schließen wir die beiden Hähne F und D (Fig. 19) fest

ab und saugen, nachdem wir uns davon überzeugt haben, daß der Gummistopfen B′ an B dicht anliegt, von J′ aus gehörig an. Dann wird der Hahn L ebenfalls geschlossen. Funktionieren alle Hähne und Stöpsel gut, so können wir getrost das Kölbchen T abnehmen, ohne befürchten zu müssen, daß das Paraffin nachströmt. — Auch das einmal benutzte Paraffin kann bei weiteren Auskochungen verwendet werden, vorausgesetzt, daß nichts von der Absorptionsflüssigkeit eingedrungen oder von der in T enthaltenen organischen Substanz übergerissen ist. Die „Klarheit“ ist hier der beste Wegweiser.

Erscheint das Paraffin schmutzig, bläulich oder milchig getrübt, so läßt man es in eine am Boden mit getrocknetem Chlorcalcium beschickte Flasche abfließen und verwendet es aufs neue, sobald es sich vollkommen geklärt hat.

Häufig werden sich namentlich bei der Analyse solcher Wässer, die reich an organischer Substanz sind, oben in der graduierten Skala viele Schmutzpartikelchen ablagern, welche die Ablesung ganz erheblich erschweren können (s. Fig. 20).

Fig. 22.
Absorptions-pipette.

In derartigen Fällen liest man immer in der Mitte ab, d. h. wenn die Blasenschicht von 2,2 bis 2,4 reicht, . . 2,30. — Dann fährt man nach jeder Analyse mit einem Draht, dessen umgebogenes Ende mit in Alkohol getränkter Watte umwickelt ist, nach Abnahme des Hahnes D in die graduierte Skala C hinein und putzt die Ränder sorgfältig ab. — Daß in diesen Fällen das Paraffin stets erneuert werden muß, ist selbstverständlich.

Die Vorteile des „Tenax“ bestehen darin, daß er uns neben den Sauerstoffwerten auch diejenigen für den gasförmig vorhandenen Stickstoff liefert, und daß diese Stickstoffwerte wiederum einen Schluß auf das von dem Wasser absorbierte Sumpfgas (Methan) bzw. Ammoniak ermöglichen. Nach einer Zusammenstellung, in Landolt-Börnsteins physikal.-chem. Tabellen, Berlin 1904, J. Springer, sind die Absorptionskoëffizienten im Wasser für den Sauerstoff und Stickstoff folgende (s. S. 142): d. h. also, es kann ein mit atmosphärischer Luft bei 15^0 C gesättigtes Wasser, wenn diese atmosphärische Luft, wie gewöhnlich, 20,92 $^0/_0$ O und 79,04 $^0/_0$ N enthält, nach Bunsen und Carius nur $0{,}02989 \times 20{,}92\ ^0/_0$ O und $0{,}01478 \times 79{,}04\ ^0/_0$ N ergeben, d. h. $0{,}6253 = 0{,}63\ ^0/_0$ O und $1{,}17\ ^0/_0$ N. — Nun macht der Erfinder des „Tenax“-Apparates, Prof. Friedr. C. G. Müller in Brandenburg a. H., darauf aufmerksam, daß der von ihm konstruierte Apparat unter Umständen zu hohe Stickstoffwerte liefert,[1])

[1]) Ztschr. f. angew. Chemie 1899, No. 11.

und ich muß dieser Angabe bloß beistimmen, leicht erklärlich, namentlich dort, wo die denitrifizierenden Bakterien wuchern, denn diese verwandeln den Nitrat- bzw. Nitrit- in freien Stickstoff.[1]) Ebensogut, wie nun beim Sauerstoff und der Kohlensäure lediglich infolge der Tätigkeit der Organismen eine Aufnahme weit über die Absorptionskoëffizienten stattfinden kann, ist das auch beim Stickstoff usw. der Fall. Wenn wir also bei fortgesetzten Analysen im Wasser einer Winterung oder eines von Eis und Schnee bedeckten Sees beispielsweise folgende Werte erhalten, wird uns das jedenfalls zur stärkeren Obachtgabe auffordern müssen:

Temp.	O %	N %
8° C	0,746	1,42
8° C	0,542	1,62
8° C	0,422	1,84

Wir werden alsdann, wenn die Prüfung auf Ammoniak und Schwefelwasserstoff negativ ausfällt, das Plus an 0,42 in den Nwerten entweder, namentlich wenn diese in der Seite 113 geschilderten Weise augenfällig vor sich geht, der Entwickelung von Sumpfgas, sonst aber der Tätigkeit der salpeterzerstörenden Spaltpilze in die Schuhe schieben müssen.

Reduktion eines feucht gemessenen Gasvolumens auf 0°, 760 mm und Trockenheit.

Nach Landolt und Börnstein.

t Grad	b = 770 mm	Differenz für 10 mm	b = 780 mm	t Grad	b = 770 mm	Differenz für 10 mm	b = 780 mm
	9, —10		9, —10		9, —10		9, —10
5,0	99 372	565	99 937	15,8	97 242	570	97 812
6,0	99 182	565	99 747	16,0	97 200	570	97 770
7,0	98 990	566	99 556	16,2	97 158	571	97 729
8,0	98 798	566	99 364	16,4	97 117	571	97 688
8,2	98 759	566	99 325	16,6	97 075	571	97 646
8,4	98 720	567	99 287	16,8	97 033	571	97 604

t = Temperatur, b = Barometer.

[1]) Stocklasa, Landw. Vers. Stationen, Bd. L, S. 65, 115.

t Grad	b = 770 mm	Differenz für 10 mm	b = 780 mm	t Grad	b = 770 mm	Differenz für 10 mm	b = 780 mm
8,6	98 682	566	99 248	17,0	96 991	571	97 562
8,8	98 643	566	99 209	17,2	96 949	571	97 520
9,0	98 604	567	99 171	17,4	96 907	571	97 478
9,2	98 565	567	99 132	17,6	96 865	571	97 436
9,4	98 526	567	99 093	17,8	96 822	572	97 394
	9, —10		9, —10		9, —10		9, —10
9,6	98 487	567	99 054	18,0	96 780	572	97 352
9,8	98 448	567	99 015	18,2	96 737	572	97 309
10,0	98 409	567	98 976	18,4	96 694	572	97 266
10,2	98 369	568	98 937	18,6	96 651	573	97 224
10,4	98 330	567	98 897	18,8	96 608	573	97 181
10,6	98 291	567	98 858	19,0	96 565	573	97 138
10,8	98 251	568	98 819	19,2	96 522	573	97 095
11,0	98 212	567	98 779	19,4	96 479	573	97 052
11,2	98 172	568	98 740	19,6	96 436	573	97 009
11,4	98 132	568	98 700	19,8	96 392	573	96 965
	9, —10		9, —10		9, —10		9, —10
11,6	98 092	568	98 660	20,0	96 349	573	96 922
11,8	98 053	568	98 621	20,2	96 305	573	96 878
12,0	98 013	568	98 581	20,4	96 261	574	96 835
12,2	97 973	568	98 541	20,6	96 217	574	96 791
12,4	97 933	568	98 501	20,8	96 173	574	96 747
12,6	97 893	568	98 461	21,0	96 129	574	96 703
12,8	97 853	568	98 421	21,2	96 085	574	96 659
13,0	97 813	568	98 381	21,4	96 040	575	96 615
13,2	97 772	569	98 341	21,6	95 996	574	96 570
13,4	97 732	569	98 301	21,8	95 951	575	96 526
	9, —10		9, —10		9, —10		9, —10
13,6	97 692	569	98 261	22,0	95 906	575	96 481
13,8	97 651	569	98 220	22,2	95 861	575	96 436
14,0	97 610	570	98 180	22,4	95 816	575	96 391
14,2	97 570	569	98 139	22,6	95 771	575	96 346
14,4	97 529	569	98 098	22,8	95 725	576	96 301
14,6	97 488	570	98 058	23,0	95 630	576	96 256
14,8	97 447	570	98 017	23,2	95 634	576	96 210
15,0	97 406	570	97 976	23,4	95 588	577	96 165
15,2	97 365	570	97 935	23,6	95 542	577	96 119
15,4	97 324	570	97 894	23,8	95 496	577	96 073
15,6	97 283	570	97 853	24,0	95 450	577	96 027

t Grad	b = 730 mm	Differenz für 10 mm	b = 740 mm	Differenz für 10 mm	b = 750 mm	Differenz für 10 mm	b = 760 mm
	9, —10		9, —10		9, —10		9, —10
5 0	97 035	596	97 631	588	98 219	580	98 799
6,0	96 843	597	97 440	588	98 028	581	98 609
7,0	96 650	597	97 247	589	97 836	581	98 417
8,0	96 456	597	97 053	589	97 642	582	98 224
8,2	96 417	597	97 014	590	97 604	581	98 185
8,4	96 378	597	96 975	590	97 565	581	98 146
8,6	96 339	597	96 936	590	97 526	582	98 108
8,8	96 300	597	96 897	590	97 487	582	98 069
9,0	96 260	598	96 858	590	97 448	582	98 030
9,2	96 221	598	96 819	590	97 409	582	97 991
9,4	96 182	598	96 780	590	97 370	582	97 952
	9, —10		9, —10		9, —10		9, —10
9,6	96 142	598	96 740	590	97 330	582	97 912
9,8	96 102	599	96 701	590	97 291	582	97 873
10,0	96 063	599	96 662	590	97 252	582	97 834
10,2	96 023	599	96 622	590	97 212	583	97 795
10,4	95 984	599	96 583	590	97 173	582	97 755
10,6	95 944	599	96 543	590	97 133	583	97 716
10,8	95 904	599	96 503	591	97 094	582	97 676
11,0	95 864	599	96 463	591	97 054	583	97 637
11,2	95 824	599	96 423	591	97 014	583	97 597
11,4	95 784	599	96 383	591	96 974	583	97 557
	9, —10		9, —10		9, —10		9, —10
11,6	95 744	599	96 343	591	96 934	583	97 517
11,8	95 704	599	96 303	591	96 894	583	97 477
12,0	95 663	600	96 263	591	96 854	583	97 437
12,2	95 623	600	96 223	591	96 814	583	97 397
12,4	95 583	600	96 182	592	96 774	583	97 357
12,6	95 542	660	96 142	592	96 734	583	97 317
12,8	95 501	600	96 101	592	96 693	584	97 277
13,0	95 461	600	96 061	592	96 653	584	97 237
13,2	95 420	600	96 020	592	96 612	584	97 196
13,4	95 379	601	95 980	592	96 572	584	97 156
	9, —10		9, —10		9, —10		9, —10
13,6	95 338	601	95 939	592	96 531	584	97 115
13,8	95 297	601	95 898	592	96 490	584	97 074
14,0	95 256	601	95 857	592	96 449	585	97 034
14,2	95 215	601	95 816	592	96 408	585	96 993
14,4	95 173	601	95 774	593	96 367	585	96 952
14,6	95 132	601	95 733	593	96 326	585	96 911
14,8	95 091	601	93 692	593	96 285	585	96 870

t Grad	b = 730 mm	Differenz für 10 mm	b = 740 mm	Differenz für 10 mm	b = 750 mm	Differenz für 10 mm	b = 760 mm
15,0	95 050	601	95 651	593	96 244	585	96 829
15,2	95 008	601	95 609	594	96 203	585	96 788
15,4	94 996	601	95 567	594	96 161	585	96 746
15,6	94 924	602	95 526	593	96 119	586	96 705
	9, — 10		9, — 10		9, — 10		9, — 10
15,8	94 882	602	95 484	594	96 078	585	96 663
16,0	94 840	602	95 442	594	96 036	586	96 622
16,2	94 798	602	95 400	594	95 994	586	96 580
16,4	94 756	602	95 358	594	95 952	586	96 538
16,6	94 714	602	95 316	594	95 910	586	96 496
16,8	94 671	603	95 274	594	95 868	586	96 454
17,0	94 629	603	95 232	594	95 826	586	96 412
17,2	94 586	603	95 189	594	95 783	587	96 370
17,4	94 543	603	95 146	595	95 741	587	96 328
17,6	94 501	603	95 104	595	95 699	587	96 286
17,8	94 458	603	95 061	595	95 656	587	96 243
	9, — 10		9, — 10		9, — 10		9, — 10
18,0	94 414	604	95 018	595	95 613	587	96 200
18,2	94 371	604	94 975	595	95 570	587	96 157
18,4	94 327	604	94 931	596	95 527	587	96 114
18,6	94 284	604	94 888	596	95 484	587	96 071
18,8	94 240	604	94 844	596	95 440	588	96 028
19,0	94 197	604	94 801	596	95 397	588	95 985
19,2	94 153	605	94 758	596	95 354	588	95 942
19,4	94 109	605	94 714	596	95 310	589	95 899
19,6	94 065	605	94 670	596	95 266	589	95 855
19,8	94 021	605	94 626	596	95 222	589	95 811
	9, — 10		9, — 10		9, — 10		9, — 10
20,0	93 977	605	94 582	597	95 179	589	95 768
20,2	93 932	606	94 538	597	95 135	589	95 724
20,4	93 888	605	94 493	598	95 091	589	95 680
20,6	93 843	606	94 449	597	95 046	590	95 636
20,8	93 798	606	94 404	598	95 002	590	95 592
21,0	93 753	607	94 360	597	94 957	590	95 547
21,2	93 708	607	94 315	598	94 913	590	95 503
21,4	93 663	607	94 270	598	94 868	590	95 458
21,6	93 618	607	94 225	598	94 823	590	95 413
21,8	93 572	607	94 179	599	94 778	590	95 368
	9, — 10		9, — 10		9, — 10		9, — 10
22,0	93 527	607	94 134	599	94 733	059	95 323
22,2	93 481	607	94 088	599	94 687	591	95 278
22,4	93 435	608	94 043	599	94 642	591	95 233

t Grad	b = 730 mm	Differenz für 10 mm	b = 740 mm	Differenz für 10 mm	b = 750 mm	Differenz für 10 mm	b = 760 mm
22,6	93 389	608	93 997	599	94 596	591	95 187
22,8	93 343	608	93 951	599	94 550	592	95 142
23,0	93 297	608	93 905	599	94 504	592	95 096
23,2	93 250	608	93 358	600	94 458	592	95 050
23,4	93 203	609	93 812	600	94 412	592	95 004
23,6	93 156	609	93 765	601	94 366	592	94 958
23,8	93 109	609	93 718	601	94 319	592	94 911
24,0	93 062	610	93 672	601	94 273	592	94 865

Löslichkeit einiger Gase in Wasser bei 760 mm Druck.

1 Vol. Wasser löst bei	Schwefelwasserstoff (Schönfeld)	Ammoniak (Carius)	Ammoniak (Raoult)	Atmosph. Luft (Bunsen)	Kohlensäure (Bunsen)	Sumpfgas (Bunsen)
0° C	4,3706	1049,6	1299,6	0,02471	1,7967	0,05449
1	4,2874	1020,8	1213,3	0,02406	1,7207	—
2	4,2053	993,3	1144,8	0,02345	1,6481	—
3	4,1243	967,0	1092,2	0,02287	1,5787	—
4	4,0442	941,9	1053,5	0,02237	1,5126	0,04993
5	3,9652	917,9	1025,2	0,02179	1,4497	—
6	3,8872	895,0	1000,1	0,02128	1,3901	—
7	3,8103	873,1	979,8	0,02080	1,3339	—
8	3,7345	852,1	955,0	0,02034	1,2809	—
9	3,6596	832,0	918,0	0,01992	1,2311	—
10	3,5858	812,8	867,7	0,01953	1,1847	0,04372
11	3,5132	794,3	799,0	0,01916	1,1416	—
12	3,4415	776,6	787,6	0,01882	1,1018	—
13	3,3708	759,6	786,4	0,01851	1,0653	—
14	3,3012	743,1	785,5	0,01822	1,0321	—
15	3,2326	727,2	784,9	0,01795	1,0020	0,03909
16	3,1651	711,8	784,4	0,01771	0,9753	—
17	3,0986	696,9	782,5	0,01750	0,9519	—
18	3.0331	682,3	769,2	0,01732	0,9318	—
19	2,9687	668,0	734,6	0,01717	0,9150	—
20	2,9053	654,0	712,2	0,01704	0,9014	0,03499

Nach dem „Chemiker-Kalender für 1906“, I. T., S. 260 u. 261.

Absorptionskoëffizient a von Gasen in Wasser

(nach Landolt-Börnstein),

d. h. die von 1 Volumen Wasser bei t° und unter Atmosphärendruck absorbierten Gasvolumina, reduziert auf 0° und 760 mm Druck.

Sauerstoff.

t	Bunsen	Hüfner	Dittmar	Bohr & Bock	Winkler (3)
0°	0,04114	—	0,04903	0,04961	0,04890
1	4007	—	4773	4838	4759
2	3907	—	4648	4720	4633
3	3810	—	4528	4606	4512
4	3717	—	4413	4496	4397
5	3628	—	4303	4389	4286
6	3544	—	4198	4286	4181
7	3465	—	4098	4186	4080
8	3389	—	4003	4089	3983
9	3317	—	3913	3994	3891
10	3250	—	3828	3903	3802
11	3189	—	3747	3816	3718
12	3133	—	3669	3732	3637
13	3082	—	3593	3651	3560
14	3034	—	3518	3573	3486
15	2989	—	3444	3497	3415
16	2949	—	3373	3425	3347
17	2914	—	3306	3357	3283
18	2884	—	3243	3292	3220
19	2858	—	3183	3230	3161
20	2838	0,02844	3125	3171	3103
21	—	2825	3069	3114	3048
22	—	2806	3014	3059	2994
23	—	2786	2960	3006	2943
24	—	2766	2908	2954	2896
25	—	2745	2857	2904	2844

Stickstoff.

t	Bunsen	Hüfner	Dittmar	Hamberg	Bohr & Bock	Winkler (3)
0	0,02035	—	0,02440	0,02421	0,02388	0,02348
1	1981	—	2374	2362	2337	2291
2	1932	—	2314	2304	2288	2236
3	1884	—	2359	2248	2241	2182
4	1838	—	2309	2194	2196	2130
5	1794	—	2162	2142	2153	2081

t	Bunsen	Hüfner	Dittmar	Hamberg	Bohr & Bock	Winkler (3)
6	1752	—	2116	2092	2111	2032
7	1713	—	2071	2044	2070	1986
8	1675	—	2027	1999	2031	1941
9	1640	—	1984	1956	1993	1898
10	1607	—	1943	1915	1956	1857
11	1577	—	1904	1876	1920	1819
12	1549	—	1867	1839	1885	1782
13	1523	—	1332	1804	1851	1747
14	1500	—	1798	1770	1818	1714
15	1478	—	1765	1737	1786	1682
16	1458	—	1733	1706	1755	1651
17	1441	—	1703	1677	1725	1622
18	1426	—	1674	1649	1696	1594
19	1413	—	1646	1623	1667	1567
20	1403	0,01406	1619	1598	1639	1542
21	—	1396	1593	1575	1611	1519
22	—	1386	1567	1553	1584	1496
23	—	1377	1542	1532	1557	1473
24	—	1367	1517	1513	1530	1452
25	—	1357	1493	1494	1504	1432

Ist der Absorptionskoëffizient bei 0^0 a_0, so ist er bei t^0: $a_t = a_0 - bt + ct^2$.

Gas	a_0	b	c	Beobachter
Stickstoff	0,020346	$0{,}0_3 53887$	$0{,}0_4 11156$	Bunsen (0—20 ° C)
	0,0160291	$0{,}0_4 9834$		Hüfner (20—40 ° C)
Sauerstoff	0,41150	$0{,}0_2 108986$	$0{,}0_4 22563$	Bunsen (0—20 ° C)
Methan	0,05449	0,0011807	$0{,}0_4 10278$	Bunsen (0—20 ° C)
	0,05473	0,0012265	$0{,}0_4 11959$	Henrich[1]) (6,2—25,6)

∞ IV. Sauerstoffbestimmung nach L. W. Winkler.[2])

Leider liefert der „Tenax“ aber nicht unter allen Umständen sichere Resultate, ja es kann — das bestätigen auch Marsson,

[1]) Nach Versuchen von Bunsen, Carius, Schönfeld und Schickendantz von Henrich neu bearbeitet.

[2]) Berichte der Deutschen chemischen Gesellsch. 21, 1888, S. 2843, u. 22, 1889, S. 1764.

Schiemenz u. a., die ebenfalls viel mit dem Apparat gearbeitet haben — sehr wohl vorkommen, daß man, namentlich in den an organischer Substanz reichen Wässern bei fortgesetztem Kochen theoretisch unmögliche Daten erhält. Deswegen gebe ich hier noch die Bestimmungsmethode des Sauerstoffes nach Winkler, welche sich durch einfache, leichte und sichere Resultate liefernde Ausführbarkeit vor den anderen Methoden (Tiemann, Bunsen, Mohr, Schützenberger) auszeichnet, und die in dieser Hinsicht auch der Bestimmung mit dem „Tenax" entschieden überlegen ist.

Zur Ausführung der Sauerstoffbestimmungen nach „Winkler" sind folgende Reagenzien notwendig (s. „Reagenzien und titrierte Normallösungen" am Schluss).

1. Manganochloridlösung durch Lösen von 800 g Manganochlorid in so viel destilliertem Wasser, daß die Lösung 1000 ccm (1 l) beträgt.
2. Jodkaliumhaltige Natriumhydroxydlösung. Man bereitet eine annähernd 12 mal normale Lösung von nitritfreiem Natriumhydroxyd (= 480 g NaOH im Liter) und löst in 100 ccm derselben etwa 15 g Jodkalium.
3. $^1/_{100}$ normale Thiosulfatlösung (2,4764 g Natriumthiosulfat pro 1 l destillierten Wassers).
4. Stärkelösung (soll tunlichst immer frisch bereitet werden). Man verteilt 1 bis 2 g Kartoffel- oder Reisstärke in etwas kaltem Wasser recht gut, überkocht sie unter stetigem Umrühren so lange, bis alle Stärke gequellt ist; den dünnen Kleister filtriert man in kleine Fläschchen. Um die Stärkelösung haltbar zu machen, gibt man dem Filtrat in den kleinen Fläschchen Kochsalz bis zur Sättigung hinzu, verkorkt die Flaschen und bewahrt sie im Keller auf.
5. Reine rauchende Salzsäure.

Die Bestimmungen führt man in starkwandigen, mit gut eingeschliffenen Glasstöpseln versehenen, ungefähr 250 ccm fassenden Flaschen aus, deren Inhalt genau bestimmt ist (solche Flaschen mit eingeätzter genauer Inhaltsangabe liefert die Firma Paul Altmann, Berlin, zu zivilen Preisen — s. Fig. 23). Die Flasche, oder besser je zwei derselben, füllt man sofort nach der Probenahme vorsichtig in der Seite 130 geschilderten Weise vollständig, d. h. bis oben auf, mit dem zu untersuchenden Wasser. Sodann bringt man mittels einer mit langem, engem Stiele versehenen Pipette mit Gummikappe zuerst $^1/_2$ ccm der jodkaliumhaltigen Natriumhydroxydlösung, weiterhin $^1/_2$ ccm Manganochloridlösung an den Boden der Flasche und verschließt letztere mit

dem Glasstöpsel derart, daß keine Luftblasen in ihr zurückbleiben. — Der ausfließende Kubikzentimeter Wasser wird bei der Berechnung berücksichtigt. — Man wendet, um den Inhalt zu mischen, mehrere Male um und läßt den flockigen Niederschlag vollkommen am Boden sich absetzen. Ist letzteres geschehen, so öffnet man vorsichtig, ohne jenen aufzurühren, bringt mittels einer langstieligen Pipette 5 ccm rauchende Salzsäure wieder an den Boden der Flasche, verschließt abermals und mischt den Inhalt. — Die abfließende klare Flüssigkeit kommt nicht in Betracht. — Der Niederschlag löst sich rasch. Ist er gelöst, so wird der Inhalt der Flasche quantitativ in ein Becherglas gegossen (austropfen lassen!), mit einigen Kubikzentimetern der Stärkelösung versetzt und so lange unter Umrühren mit einem Glasstab gegen die $^n/_{100}$ Thiosulfatlösung titriert, bis auf Zusatz von einem Tropfen Entfärbung eintritt.

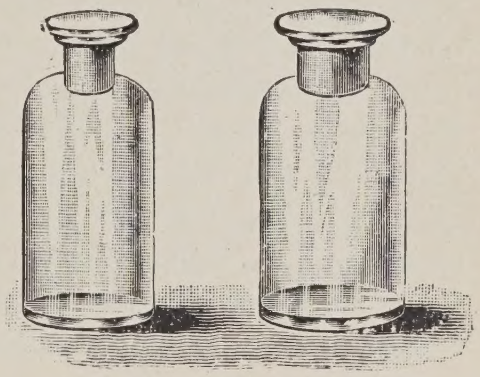


Fig. 23.
Austarierte Flaschen mit Glasstöpsel.
(Paul Altmann, Berlin.)

Faßt die Flasche beispielsweise 256, also nach Zusatz von $1^1/_2$ ccm Natriumhydroxyd- und $^1/_2$ ccm Manganochloridlösung nur mehr 255 ccm, und sind zur Titration verbraucht 31,4 ccm der $^n/_{100}$ Thiosulfatlösung, von welcher 1 ccm = 0,00008 g oder = 0,055825 ccm O (bei 0° und 760 mm) ist, so berechnet sich der O gehalt zu

$$0{,}055825 \times 31{,}4 = 1{,}7529 \text{ oder pro 1 l} = \frac{1{,}7529 \times 1000}{255} = 6{,}87 \text{ ccm.}$$

Selbstverständlich dürfen wir hier bei der Sauerstoffbestimmung nach Winkler den Proben kein übermangansaures Kali zusetzen, wenn wir sie nicht gleich verarbeiten können, wohl aber können wir die sofort nach der Entnahme mit Manganochlorid- und Natriumhydroxydlösung versetzten Proben tagelang stehen lassen, ohne Verluste befürchten zu müssen.

Ebenso ist es als ausgeschlossen zu betrachten, daß, wenn wir in der Seite 124 geschilderten Weise zur Beobachtung der O zehrung und CO_2produktion - Proben von den an fäulnisfähiger organischer Substanz reichen Wässern in Flaschen aufstellen, wir in diesen Flaschen selbst vor dem Zusatz der Manganochlorid- usw. Lösungen die CO_2 mit KOH lauge, wie in den „Tenax"-Kölbchen, eruieren können. Wir müssen dann eben neben den Flaschen für die O bestimmung nach

Winkler noch eine Anzahl „Tenax“- oder Erlenmeyer-Kölbchen für die CO_2 Titrierung aufstellen.

Um jede Absorption von Gasen aus der Luft bei solchen Versuchen auszuschließen, empfiehlt es sich übrigens, solche Gärungsproben durch einige Tropfen Paraffinum liquidum abzusperren.

Soll in einem **nitrithaltigen Wasser**[1]) (s. S. 156) der Sauerstoff nach der Methode von Winkler bestimmt werden, so benutzt man eine Natriumhydroxydlösung, in welcher kein Jodkalium enthalten ist. Das weitere Verfahren ist dasselbe, wie vorher angegeben wurde: Wir füllen also die Flasche vorsichtig bis obenauf mit Wasser, setzen $^1/_2$ ccm Natriumhydroxydlösung (No. 2) (ohne Jodkalium), sowie $^1/_2$ ccm Manganochloridlösung zu, verstöpseln so, daß keine Luftblase in der Flasche bleibt, mischen und lassen den braunen Niederschlag vollkommen am Boden sich absetzen. Dann öffnen wir und geben **10 ccm** rauchende Salzsäure an den Boden des Gefäßes, stöpseln zu, mischen, lassen 2 bis 3 Minuten stehen und setzen nun erst mehrere Tropfen einer 10 prozentigen Jodkaliumlösung hinzu. Alsdann schütten wir quantitativ in ein Becherglas, versetzen mit Stärkelösung und titrieren gegen $^n/_{100}$ Thiosulfatlösung, genau wie oben, bis zur Entfärbung.

Nun wird aber durch das beim Ansäuern aus dem Manganochlorid frei werdende Chlor die salpetrige Säure (zu Salpetersäure), sowie auch teilweise die im Wasser enthaltene organische Substanz oxydiert.

Um die auf diesem Wege verloren gegangene Menge Sauerstoff zu erfahren, müssen wir eine Korrektion anbringen. Die zur Korrektion benötigte Manganochloridlösung wird nur beim Gebrauche, und zwar in folgender Weise, bereitet: Man gibt in 500 ccm destilliertem Wasser ungefähr 1 ccm von der reinen, kein Jodkalium enthaltenden Natriumhydroxyd-, nachher 5 bis 10 Tropfen von der Manganochloridlösung. Nach dem Mischen und Absetzen wird so viel Salzsäure zur Flüssigkeit zugesetzt, daß der Niederschlag sich löst. (Es ist angezeigt, zu der schon sauren Flüssigkeit einige Gramm kristallisiertes Manganochlorid zuzusetzen, man braucht dann weniger HCl zur Lösung des Niederschlages.)

---

[1]) Dieser Umstand, der die Bestimmungen mitunter ganz erheblich irritieren kann, ist bei den von der Münchener biologischen Station an eingeschickten Wasserproben vorgenommenen Untersuchungen meines Wissens **nie** berücksichtigt worden.

Von dieser Lösung werden zweimal 100 ccm abgemessen. Die ersten 100 ccm verdünnt man mit 100 ccm destilliertem Wasser, zu den anderen wird das gleiche Volumen des zu untersuchenden nitrithaltigen Wassers gegeben.

Nach dem Vermengen wartet man wieder 2 bis 3 Minuten, setzt dann zu beiden Kaliumjodid, sowie Stärkelösung und titriert mit der $^{n}/_{100}$ Thiosulfatlösung.

Aus der Differenz der in beiden Fällen verbrauchten Thiosulfatlösung ergibt sich der Wert der Korrektur für 100 ccm Wasser. Man berechnet den Wert der Korrektion für die bei der Titrierung des Sauerstoffes angewendete Wassermenge und addiert ihn zu der dort verbrauchten Natriumthiosulfatlösung.

Nitritbildung kommt außer in Schmutzwässern sehr häufig bei Gewittern — das dann herabfallende Regenwasser enthält immer salpetrige Säure —, aber auch in Hältern, Winterungen und Seen unter dem Eise, beim Verschwinden der Wasserblüte u. a. m. vor. Das auf seinen Sauerstoffgehalt nach Winkler zu untersuchende Wasser muß daher stets einer Vorprüfung auf Nitrite unterworfen werden.

Wie ich im voraufgehenden bereits erwähnte, stimmen die Ergebnisse der Sauerstoffbestimmungen im „Tenax" im großen und ganzen befriedigend mit denjenigen, welche die Methode von Winkler liefert, überein; letztere ist allerdings einfacher, genauer und einwandsfreier, läßt uns aber mit den Werten für elementaren Stickstoff im Stich, die unter Umständen, wie in Hältern für den Züchter, von großer Bedeutung sein können.

Aus dieser Winklerschen Methode hat nun Prof. Hofer in München eine kolorimetrische ausgearbeitet,[1]) auf welche ich hier um so lieber aufmerksam mache, als sie eine für rein praktische Zwecke vollkommen ausreichende Genauigkeit besitzt.[2]) — Die für zehn Bestimmungen zulangenden Reagenzien werden nebst zwei Stöpselflaschen einer Farbenskala und der Gebrauchsanweisung zum Preise von 4 Mk. 50 Pf. von der Firma Wagner & Munz, Fabrik chemischer und bakteriologischer Apparate in München, Karlstrasse 4, franko geliefert.

---

[1]) „Über eine einfache Methode zur Schätzung des Sauerstoffgehaltes im Wasser", Allgem. Fisch.-Ztg. 1902, No. 22.

[2]) Hulwa, Jahresb. Schles. Fisch.-Ver. 1903, S. 23–25. Leider werden durch die Kalilauge die Stopfen sehr bald angegriffen und durch die alsdann eintretende Bräune die Resultate irritiert.

Über die Wichtigkeit der Sauerstoffbestimmungen habe ich bereits in dem Vorworte einiges gesagt, hier sei nur noch darauf hingewiesen, daß nach A. Gasch,[1]) M. Marsson und Br. Hofer auch ein Zusammenhang zwischen Sauerstoffgehalt des Wassers und Fischkrankheiten parasitärer und bakterieller Natur zu bestehen scheint. M. Marsson[2]) beobachtete, — wie Jahre vorher bereits Gasch (s. S. 102 ff.), — daß gewisse Fischparasiten unter Einwirkung eines starken Sauerstoffgehaltes des Wassers verschwanden, und Hofer[3]) betont bei seinen Untersuchungen über die Krebspest verschiedentlich, daß dort, wo genügende Mengen von Sauerstoff vorkommen, auch die Gewässer als geeignet zur Wiederbevölkerung mit dem geschätzten Kruster angesehen werden können. — Ihm stimmt Marsson auf Grund seiner jüngsten Erfahrungen bei.[4]) — Das würde innerhalb gewisser Grenzen wieder recht gut zu den Beobachtungen von E. Mahnkopf u. a. passen, welche behaupten, daß die Krebse in der Spree und Havel schon lange vor dem Auftreten der eigentlichen „Pest“ eingegangen seien, als infolge der massenhaften Ablagerung von Effluvien aus Berlin und Spandau das Wasser dieser Flüsse verschmutzt wurde.

Damals verendeten übrigens nicht nur die Krebse, sondern auch die sauerstoffbedürftigen Muscheln: Unio, Anodonta u. a. m., eine Wahrnehmung, die mir vollauf im Spreewald und hier in Teschen bestätigt wurde.[5]) Inwieweit der „Petroleum“-Überzug und -Geruch des Wassers, von denen die praktischen Berichte immer sprechen, an der Abtötung der Organismen beteiligt waren, ist leider nicht näher untersucht worden. Nach Kupzis, Ztschr. f. Fisch. 1902, 3 bis 4, S. 162 bis 167, sind die im Naphtha enthaltenen organischen Basen, Grenzkohlenwasserstoffe, Naphthensäuren usw. alle mehr oder minder giftig für Fische und besonders Krebse.

Daß Krebssterben größten Stiles beim Faulen so gewaltiger Mengen von organischer Substanz, wie sie die Elodea bzw. die absterbende Wasserblüte liefern, sehr wohl auch eintreten können, liegt auf der Hand.

Krepieren unter derartigen Umständen doch sogar verhältnismäßig zählebige Tiere, wie Aale, Seekarpfen, Bleie, Schleien u. a. m., und zwar nicht bloß unter der winterlichen Eis- und Schneedecke in schlecht gepflegten Teichen oder schlammigen Seen, sondern auch

---

[1]) „Teichwirtschaft in Kaniów,“ 2. Aufl., Stettin 1896, S. 43 uf.

[2]) Fischerei-Zeitung, Neudamm 1899, II, S. 504—507.

[3]) Allgemeine Fischerei-Zeitung, München 1898, No. 17, 1898 No. 19, 1900 No. 23 u. a. m, P. Weinrowsky, Ztschr. f. Fisch., XII, 1 u. 2, S. 54 ff., dagegen Schikora, Fisch.-Ztg. 1906, No. 36.

[4]) Mitteilungen des Fischerei-Vereins für die Provinz Brandenburg 1902, No. 2.

[5]) P. Morcinek, „Der Niedergang unserer Flußfischerei und seine Ursachen“, Teschen 1892, S. 3.

im Sommer in relativ wenig verschmutzten Gewässern![1]) Inwiefern infolge des Zusammentreffens verschiedener widriger Faktoren selbst die im großen ganzen als eine Sanierungsmaßregel der Natur, mithin eher als nützlich denn schädlich aufzufassende Wasserblüte den in dem Wasser lebenden höheren und niederen Tieren die Lebensbedingungen zu untergraben imstande ist, haben Hübner, Mahnkopf u. a. wiederholt erörtert.[2]) — Merkwürdigerweise scheinen derartige, durch faulende Pflanzenmassen hervorgerufene Massensterben ebenso wie die berüchtigten Fischaufstände[3]) während der letzten Jahre (bis 1904) seltener zur Beobachtung gekommen zu sein. Von vielen wird das auf die inzwischen intensiver gewordenen Wirtschaftsmethoden, und zu diesen gehört nach Hübner ja auch ein tüchtiges Befischen, zurückgeführt. Meines Erachtens dürften viel eher jedoch die milden Winter wie die abnormen Witterungsverhältnisse überhaupt an diesen erfreulichen Zuständen schuld sein. Interessant sind die Ausführungen von Lebedinzeff (Verh. V. Int. Fisch.-Kongr., S. 213 ff).

Wie im voraufstehenden bereits verschiedentlich betont wurde und später noch eingehend erörtert werden soll, ist der Grund für alle Teufeleien im Wasser, die in den Gärungs- und Fäulnisprozessen den Höhepunkt erreichen, die mangelnde bzw. ungenügende Selbstreinigungskraft. Daß die Verhältnisse früher in der Aetas aurea und argentea wesentlich bessere waren, können wir außer aus direkten Nachrichten aus dem Vergleich mit annoch primitiven Gewässern schließen. Die Kultur, welche dem Wasser fortschreitend eine Nährstoffquelle nach der anderen raubt, untergräbt und es dafür als bequeme Abladestelle für allerhand Unrat betrachtet, müßte im ureigensten hygienischen und nationalökonomischen Interesse schon für einen gerechten Ausgleich sorgen. Daß ein derartiger Ausgleich sehr wohl möglich und ohne große Kosten durchführbar ist, lehrt uns der Dorfteich, lehren uns ferner die Flußstrecken in der Nähe großer Siedelungen (Spree bei Berlin, Elbe bei Hamburg);[4]) beide weisen uns aber auch den Weg, wo und wie der Mensch zweck-

---

[1]) V. Horák, „Die Teichwirtschaft“, Prag 1869, S. 70 ff.; vergl. d. Berichte in den Fisch.-Zeitungen pro 1904.

[2]) s. a. Allg. Fisch.-Ztg. 1896, No. 16.

[3]) Neu, „Die Teichwirtschaft u. Teichfischerei“, Bautzen 1859, S. 35 ff., Horák a. a. O. 66, H. Frhr. v. Schilling, „Die prakt. Karpfenzucht“, Frankfurt a. O. 1888, S. 39, u. a.

[4]) Ich bemerke hierbei ganz ausdrücklich, daß, so sehr ich an sich mit den namentlich von G. Bonne vertretenen „Prinzipien der Notwendigkeit der Reinhaltung der deutschen Gewässer“, Leipzig 1901 u. 1902 u. a. m., sympathisiere, doch in den wesentlichsten Punkten anderer Meinung bin. In Übereinstimmung mit Morcinek, Zuntz, Dunbar, Volk u. a. behaupte ich nämlich ganz ausdrücklich auf Grund meiner Versuche, daß bei einem einigermaßen guten Willen und bei Opferung von relativ geringen Geldsummen

mäßig mit seinen Meliorationen einsetzen muß.[1]) — Daß so eigenartige Jahre, wie 1904 eins war, grobe Störungen im Stoffkreislauf des Wassers, wie des Bodens bedingen, darf schließlich nicht wundernehmen. So lesen wir, gleichwie in den Chroniken, auch jetzt wieder in der Tages- und Fachpresse spaltenlange Referate über wenig befriedigende Ernten im Felde und Sterben in den Wässern als Folgen der vorjährigen Dürre.[2]) Am meisten besprochen wurde wohl die Kalamität im Kampflusse, einem reinen österreichischen Gewässer.[3]) Leider waren die bezüglichen Berichte, weil Laien sie abgefaßt hatten, durchaus ungenau, mithin belanglos, und leider wenden sich die Betroffenen in derartigen Fällen stets an die unrechte Quelle, anstatt an wirklich tüchtige Biologen, an die Pathologen. Zweifelsohne war auch in diesem Falle die mangelnde Selbstreinigungskraft des Wassers infolge der durch die vorjährige Dürre bedingten Bakterienarmut der Umgegend schuld. So konnte ich im Laufe des Sommers zwei durchaus reine Bäche verfolgen, die beide bis auf einige Tümpel versiegt waren. Der Gehalt des Wassers an organischer Substanz, und zwar an deren agiler Form, war annähernd gleich, in A sogar anfangs noch größer als in B; desto augenfälliger waren aber die Unterschiede im Selbstreinigungsvermögen; A zeigte im Sonnenlicht stets 1,4—1,87, bei Regen 0,7—1,2 % O und durchaus gesunde Verhältnisse, während B nie über 0,3 % O hinaus kam und namentlich an warmen Tagen immer viel Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Methan enthielt. Und die Gründe? An A lief die bakterienreiche Dorfstrasse lang, B schlängelt sich dagegen durch minderwertiges, zum Teil versauertes Wiesengelände hin.

Bei der Probenahme sind genau zu notieren: a) der Pflanzenreichtum der betreffenden Stelle, b) die Belichtung, c) die Temperatur

---

eine Sanierung unserer nur organisch verschmutzten Gewässer sehr wohl möglich ist, daß wir von diesem Standpunkte aus mäßige Zufuhren organischer Massen, deren Verlust der Landwirt natürlich beklagt, mit Freuden begrüßen müssen, s. a. Morcinek a. a. O., S. 2 ff. Gehässige Ausfälle, wie sie Bonne, Ztschr. f. Fisch. 1905, S. 1 ff., beliebt, nützen seiner Sache namentlich dann sehr wenig, wenn — wie auf S. 8 u. 9 — die Angaben praktischer Fischer (Breckwoldt) die enorme Selbstreinigungskraft des Wassers beweisen, s. a. Corr. f. Fischz., XII, S. 335.

[1]) s. den Allg. Fisch.-Ztg. 1903, No. 16, S. 297, wiedergegebenen interessanten Versuch von Hofer, die Abwässer der Genossenschaftsbrennerei zu Taufkirchen nutzbar zu machen, sowie dessen Aufsatz „Über die Vorgänge der Selbstreinigung der Flüsse“, Münchn. Mediz. Wochenschr. 1905, No. 47.

[2]) s. E. Wollny, „Neuere Forschung. a. d. Geb. d. physikal. etc. Vorgänge im Bod.“, Arb. d. D. L.-G., 36, Berlin 1898, S. 76 ff.

[3]) österr. Fisch.-Ztg., II, No. 12, 21, 22, A. Hugos Jagd-Ztg. 1905, No. 8, u. a. m.

und d) — wenn möglich — die Menge der organischen Substanz. Wir wissen, daß die chlorophyllhaltigen Organismen im Sonnenlicht Kohlensäure verbrauchen und Sauerstoff produzieren, während in der Dunkelheit das umgekehrte Verhältnis statthat, und zwar scheint das Vermögen, Sauerstoff zu produzieren und Kohlensäure abzuspalten, mit der Kleinheit der pflanzlichen Organismen zuzunehmen, derart, daß wir in dem an einzelligen Organismen überreichen Dorfteich, je nach der Tageszeit, auch die größten Sauerstoff- und Kohlensäurewerte antreffen.[1]) — Als gutes Demonstrationsobjekt möchte ich folgenden Versuch vorschlagen: Man begehe im Sonnenlicht einen Teich, der zahlreiche Watten von Algen enthält oder durch einzellige Algen grün gefärbt ist, das Tropffläschchen mit der Phenolphtaleïnlösung in der Hand. Über den Algenwatten wird das intensiv belichtete Wasser überall, weil eben die freie CO_2 verbraucht ist, auf den Zusatz des Reagens eine tief karmesinrote Färbung zeigen.[2]) Wo die Algen oder das Sonnenlicht fehlen, dagegen nicht. Wiederholen wir diese Versuche am Abend nach Absinken des Tagesgestirnes, so bleibt die alkalische Reaktion aus; wir werden, um das Wasser zu neutralisieren, wahrscheinlich schon 15 bis 20 Tropfen $^n/_{100}$ KHO-lauge brauchen, und um Mitternacht können wir sicher 1 bis 2, eventuell auch 3 bis 4 $^0/_0$ CO_2 in demselben Wasser notieren, welches uns in greller Belichtung ebenso viele Prozente Sauerstoff lieferte.

Gerade aus der Größe dieser täglichen Schwankungen in den O- und CO_2 zahlen können wir übrigens sehr wichtige Schlüsse auf die Zahl der im Sinne der „Selbstreinigung" tätigen chlorophyllhaltigen Einzelzellen und damit sogar auf die fermentative Kraft des Wassers ziehen. Verschiedene Forscher haben uns teils auf Grund von genauen Messungen, Wägungen und Analysen (Seligo,[3]) Apstein,[4]) Brandt)[5]), teils von Schätzungen Zahlen für die auf den Quadratmeter Wasserfläche produzierte Menge organischer Substanz als Vergleichswerte zu den Erträgen des platten Landes gegeben. Für uns kommt im vorliegenden Falle im Teiche, wie im Fluß oder See einzig die chlorophyllhaltige pflanzliche Zelle in Betracht, und wenn wir nach dieser Richtung hin biologisch wie chemisch recht exakt unsere Wässer untersuchen, so werden wir bald wertvolle Aufschlüsse, eine

---

[1]) Biologisches Centralblatt, Erlangen XVII, No. 22, XIX, No. 23/24, „Karpfenzucht", Neudamm 1901, S. 156 ff.

[2]) s. Lemmermann, Ztschr. f. Fisch., IV, 2—4, S. 150.

[3]) Hensen, 5. Ber. d. Kommiss. z. Erf. d. deutsch. Meere, S. 34—36, Seligo, Schr. Nat. Ges., Danzig 1890.

[4]) „Süßwasserplankton" 1896.

[5]) „Wissensch. Meeresunt.", N. F., Bd. III, S. 43 ff.; Knauthe, „Die Karpfenzucht", Neudamm 1901, S. 192 ff., interessant sind auch die bezüglichen Berechnungen von O. Zacharias, Ploener Ber. III, S. 105—108, und E. Walter, „Ziele u. Wege der Teichwirtschaft", Ztschr. f. Fisch. 1895.

wirkliche Basis der Gewässerkunde erhalten. — Gerade das systematische Vorgehen vermisse ich bei den bisherigen Arbeiten und Untersuchungen aber allermeist. — Ob ein Teich 500 g organische Substanz auf den Quadratmeter in Form der Elodea oder Spirogyra oder endlich von Diatomeen bzw. grünen Flagellaten erzeugt, erscheint dem Laien im ersten Augenblick um so eher egal, als diese Pflanzen ja alle zu den submersen zählen, trotzdem werden sich — ich gebe hier konkrete Zahlen — aus naheliegenden Gründen (individuellen, örtlichen Unterschieden usw.) die Sauerstoff- und Kohlensäurewerte wie 100 : 150 : 220 : 250 verhalten. Von diesen resultiert aber wieder die Einwirkung sowohl auf die Bakterien und Fermente, wie auch auf die Fauna, so daß diese Werte in gewisser Beziehung als Standardzahlen anzusprechen sind, die sich sogar noch deutlich in der Produktivität an Fischfleisch ausprägen werden. Außerdem sind die Pflanzen und speziell die Algen eminent wichtig als Lieferanten des kohlenstoff(zucker-)haltigen Nährmaterials für die Bakterien.[1])

Bekanntlich hat Loew gezeigt, daß sich das Blattgrün bei Kalkmangel unvollkommen ausbildet, denn sowohl der Zellkern als auch die Chlorophyllkörner enthalten (neben organisch gebundener Phosphorsäure) Kalk. Eine unvollkommen oder ungenügend ausgebildete Zelle wird aber auch einen weniger regen Stoffwechsel entfalten, in unserem Falle also, je nach der Belichtung, weniger Sauerstoff bzw. Kohlensäure produzieren, als eine vollkommen entwickelte, kräftige. Das nämliche gilt natürlich auch von allen anderen Nährstoffen mehr oder weniger[2]) und, wenn die Pflanze bei reichlich vorhandenen Mengen von letzteren einen Luxusverbrauch treibt, so wird sich das wieder sehr deutlich in ihrer biologischen, wasserreinigenden Wirkung ausprägen. Das sollten unsere Herren Biologen denn doch ein wenig berücksichtigen und von diesem Gesichtspunkte aus die vorliegenden Resultate beurteilen bzw. sichten. — In Anbetracht der Wichtigkeit der Sache gebe ich hier einige konkrete Belege: Kultiviert wurde eine Alge aus der Familie der Protococcaceen, auf deren geringes Kalkbedürfnis schon Knörrich hingewiesen hat,[3]) in mit $^1/_{10}$ Normal-Molischlösung und Pepton beschickten, mit Paraffin ausgegossenen Kochflaschen a) mit Kalk (Gips), ohne Magnesia, b) mit Gips und schwefelsaurer Magnesia, c) ohne beide Stoffe. Die Entwickelung der Algen war in allen drei Flaschen qualitativ und quantitativ gleichmäßig, trotzdem ergaben sich hinsichtlich der O- und CO_2zahlen folgende Unterschiede:

---

[1]) A. Koch, Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte, 74. Vers., I, S. 188, Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1906, 10, S. 113.

[2]) s. u. a. P. Wagner, „Die Stickstoffdüngung der landwirtsch. Kulturpflanzen“, Berlin 1898, Willfarth, „Vegetationsvers. über den Kalibedarf einiger Pflanzen“, Arb. d. D. L.-G., 34, 1898, u. a.

[3]) Knauthe, „Die Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 152.

Temp. °C.	Belichtung	No. der Probe	In 100 ccm Wasser sind enthalten bei 0° u. 760 mm ccm O	N	CO_2
21	4 Std. grell belichtet . .	a)	2,00	1,34	stark alk. R.
		b)	2,21	1,22	s. stark „ „
		c)	1,64	1,25	schw. „ „
22,4	4½ Std. dunkel gestellt .	a)	0,42	1,46	2,04
		b)	0,34	1,44	2,54
		c)	0.80	1,38	1,36
18	5 Std. belichtet	a)	1,88	1,50	schw. alk. R.
		b)	2,24	1,36	stark „ „
		c)	1,36	1,44	Spur CO_2

Die durchgängig höheren Werte in b) stimmen zu den Beobachtungen von Wolff und Löw, daß die Gegenwart von Magnesia in der Pflanze die physiologische Wirkung des Kalkes wesentlich unterstützt.[1]) Oxydationsvorgänge,[2]) bei denen nach Hulwa[3]) dem im Wasser gelösten bzw. von den Algen produzierten Sauerstoff eine ungleich größere Rolle zufällt, als dem Luftsauerstoff.

Luft und Licht bilden die Grundpfeiler der Hygiene in den Wohnungen der Menschen wie der Fische. Wo diese beiden Faktoren fehlen, werden sich nicht nur allerhand pathogene Bakterien in Verbindung mit den Gärern und Fäulniserregern breit machen, sondern vor allem die guten Hilfstruppen unterdrückt werden. Das haben die Untersuchungen der Gesundheitsbehörde von Massachusetts neulich erst wieder eklatant gezeigt. Schade nur, daß man bei diesen Untersuchungen die Luft, d. h. den Sauerstoff, so wenig berücksichtigt und dafür die minder wichtige Temperatur in den Vordergrund gedrängt hat, anderenfalls würde man noch weit krassere Unterschiede erhalten haben. Sehr interessant sind die Beobachtungen von Winogradski, welche zeigen, das Clostridium pasteurianum in Reinkulturen bei Sauerstoffgegenwart nicht gedeiht, sondern nur in unreinen, weil die Genossen sie gegen die Einwirkung des Sauerstoffs schützen.[4])

Ob die Tätigkeit der Pflanzenzelle bei winterlichen Temperaturen wirklich erlischt bzw. durch dieselben so weit gehemmt wird, daß sie für die O zahlen nicht mehr in Betracht kommt, wie

---

[1]) A. Küster, „Das Kalken des Ackers“, (3. Aufl.) Neudamm 1899, S. 13., doch ist dieser Angabe von Löw namentlich von D. Meyer, Landw. Jahrb. 1904, 3, S. 371 ff., entschied. widerspr. worden.

[2]) H. Warmbold, „Unters. üb. d. Biol. stickstoffb. Bakt.“, Inaug.-Diss., Göttingen 1906, S. 28 ff., A. Koch, Göttingen, Mitteil. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1906, 10, S. 112.

[3]) „Über d. Selbstrein. d. Flüsse“, Ztschr. f. Fischerei 1895, S. 147.

[4]) Ann. d. l'Inst. Pasteur 1890, 4, S. 275, A. Koch a. a. O., S. 189.

Seligo u. a.[1]) im Gegensatz zu mir[2]) behaupten, ist eine Frage für sich. Jedenfalls werden, wie bei den Tieren, rassige und individuelle, vielleicht auch die Ernährungsbedingungen dabei die Hauptrolle spielen. Wenn wir jedoch jüngst aus den Untersuchungen von Duterchet[3]) erfahren haben, daß auch die pflanzliche Zelle, unabhängig von der Außentemperatur — lediglich unter dem Einfluß des Lichtes —, eine Eigenwärme zu entwickeln vermag, die bei einigen Arten unter Umständen sogar diejenige der Warmblüter überschreitet, so gibt das mindestens zu denken.

Die uns von verschiedenen Gelehrten auf Grund von Aquarienversuchen gegebenen „Standardwerte" für die Sauerstoffmengen, bei denen Fische noch leben können, sind praktisch absolut belanglos, schon deshalb belanglos, weil, wie meine Versuche gezeigt haben, die Fische sich nach und nach daran gewöhnen können, mit weniger O auszukommen. Ich erinnere hier nur an den Giebel und die Karausche, die Gebirgs- und Sumpfelritze. Hier muß von Fall zu Fall entschieden werden. Wenn nun neuerdings Professor J. König-Münster[4]) auf Grund von kritiklos durchgeführten Versuchen darzutun versucht, „daß Fische infolge von wirklichem Sauerstoffmangel wohl kaum oder nur selten zugrunde gehen", so zeigt er eben damit, daß er mit der Praxis noch nicht viel Konnex gehabt hat, daß er praktisch nicht zu beobachten versteht,[5]) denn — leider — ist die Mehrzahl der Fischsterben in unseren Gewässern nur durch Sauerstoffschwund,[6]) Erstickung, bedingt.

Weit wichtiger und nutzbringender für die Praxis wäre es, an der Hand von systematisch durchgeführten O- und CO_2bestimmungen darzutun, inwiefern auch in der freien Natur ein Sauerstoffmangel in Verbindung mit überschüssigen Mengen freier Kohlensäure den Effekt der Fütterung zu beeinflussen vermag.

Ganz besonders erwünscht wären mir speziell Sauerstoffbestimmungen in den Gewässern unmittelbar vor, während und nach Gewittern.

---

[1]) „Die Fischerei in Moorgewässern", Mitt. Westpr. Fisch.-Verein. 1904, No. 1, Schiemenz, Ztschr. f. Fisch., X, 3, S. 162 u. 163.

[2]) Biol. Zentralbl., XIX, No. 23 u. 24, Fisch.-Ztg. 1900, S. 113, „Die Karpfenzucht", Neudamm 1901, S. 355 ff., Schimanski, Mitt. Westpr. Fisch.-Ver. XIII, S. 22.

[3]) Nach e. Ref. i. „Das neue Blatt" 1905, No. 26.

[4]) Zeitschr. für Unters. der Nahrungs- und Genußmittel 1901, 2, 385.

[5]) s. a. Allg. Fisch.-Ztg. 1901, S. 291.

[6]) Schiemenz, „Weit. Stud. ü. d. Abw. d. Zuckerfabr. usw.", Ztschr. f. Fisch., X, 3, Schiemenz u. Cronheim, „Die Schädigung der Fischerei i. d. Obra durch die Zuckerfabr. in Bentschen", Ztschr. f. Fischerei 1901, H. 1 u. 2, Schümann, „Die Verunreinig. d. öff. Gew. z. Berlin", Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl. 1902, H. 2.

Daß bei Gewittern Fische oft an Erstickungserscheinungen zugrunde gehen, ist eine auch durch praktische Beobachtungen genügend erhärtete Tatsache.[1]) Die Gründe dafür haben O. Berg und ich[2]) in exakten Versuchen erbracht. Da aber sehr bald diese unsere Beobachtungen angefochten wurden,[3]) glaube ich um so eher zur Nachprüfung derselben auffordern zu müssen, als sie ja von allergrößter Bedeutung sind.

Jedenfalls möchte ich betonen, daß bei mehreren in Berlin 1901 und 1902 beobachteten Fällen eine derartige Menge von chlorophyllhaltigen Organismen und derartig befriedigende O werte im Spreewasser durch mich konstatiert wurden (nach Winkler und „Tenax"), daß ich mir ein Absterben der Fische ohne Einwirkung der Elektrizität nicht denken kann. — Bekanntlich gerinnt bei Gewittern sehr oft die frisch abgemolkene Milch just, wenn draußen die Fische sterben oder stark dyspnöisch an der Oberfläche des Wassers „stehen". Diese Tatsache führt man neuerdings auf Induktionsströme zurück, welche das in der Milch enthaltene Wasser N und O zu NO_2NH_4 bzw. NO_3NH_4 zersetzen.

Sehr interessant sind übrigens die Beobachtungen von Marsson und P. Schiemenz,[4]) welche zeigen, daß, wenn an fäulnisfähiger organischer Substanz überreiche Effluvien sich mit reinem, sauerstoffhaltigem Wasser mischen, dann an der Mischstelle ein totaler Sauerstoffschwund auftreten kann, eine Wahrnehmung, die für die Beurteilung der Ursachen von Fischsterben bedeutungsvoll ist.

Auf Grund direkter Versuche kann ich diese Angaben nur bestätigen und zur Erklärung darauf hinweisen, daß an derartigen Stellen stets ein harter Kampf zwischen den guten Bakterien und den Gärern und Fäulniserregern entbrennen wird. Beide Gruppen brauchen Sauerstoff, die letzteren vielleicht noch mehr als die guten, weil sie inzwischen schon darben mußten. Für den von Marsson[5]) konstatierten gleichzeitigen Schwund an elementarem Stickstoff könnten außer Bindungsvorgängen und Temperaturdifferenzen auch bakterielle Vorgänge verantwortlich gemacht werden. Bekanntlich haben gewisse Eisenverbindungen — beispielsweise der Spateisenstein, Pyrit, das schwefelsaure Eisenoxydul usw. — ein starkes Oxydationsbedürfnis sowohl an der Luft, als auch im Wasser. Dasselbe gilt von bituminösen, humosen Substanzen u. a. m. Kommen also plötzlich größere Mengen von ihnen in die Gewässer hinein, so kann durch sie unter Umständen

---

[1]) Knauthe, Allgem. Fisch.-Ztg., München 1901, No. 4, S. 74, Sendler, ebenda 1902, No. 23, S. 435.

[2]) Naturw. Rundschau, Berlin 1898, 13, S. 661.

[3]) v. Euler, Biologisches Centralblatt, Erlangen 1900, No. 8, Dr. J. F. Hoffmann-Berlin, Allg. Fisch.-Ztg. 1903, No. 21, S. 399—403.

[4]) Zeitschrift für Fischerei, Berlin 1901, 1, 44.

[5]) Zeitschrift für Fischerei 1901, 1, 40.

sehr wohl ebenfalls ein Oschwund hervorgerufen werden. Den Beweis dafür liefert gegenwärtig ein durch ausgebaggerte, stark eisenschüssige und bituminöse Massen halb verschütteter Tümpel bei den Hamburger Auswandererhallen, dessen Owerte gemäß der Zufuhr reduzierender Substanzen folgendermaßen schwankten:

21. Januar	1906	— Sonntag — $+2^0$ C	1,32 % O,
22. „	1906	— morgens, keine Zufuhr — $+1{,}4^0$ C .	1,26 % O,
22. „	1906	— nachmittags 2 Uhr, Beginn der Zufuhr — $+1{,}8^0$ C	0,82 % O,
22. „	1906	— nachmittags 4 Uhr bis Feierabend, starke permanente Zufuhr — $+1{,}8^0$ C .	0,34 % O,
22. „	1906	— abends $5^1/_2$ Uhr — $+1{,}4^0$ C	0,21 % O.

C. Bestimmung der Mineralbestandteile des Wassers.

I. Prüfung auf salpetrige und Salpetersäure.

a) Qualitativ.

1. Man versetzt in einer Porzellanschale etwa 100 ccm des zu prüfenden Wassers mit einer geringen Menge reiner, verdünnter (1 : 3) Schwefelsäure und der käuflichen Jodzink-Stärkelösung (s. „Reagenzien“ usw. am Schluß). — Blaufärbung zeigt das Vorhandensein von salpetriger Säure an, und es entspricht die Intensität der Färbung auch hier dem Gehalt des Wassers an letzterer.

Jodzink-Stärkelösung. Man zerreibt 4 g reines Stärkemehl in einer Porzellanschale mit wenig kaltem, destilliertem Wasser, läßt die so erhaltene milchige Flüssigkeit nach und nach zu einer siedenden Lösung von 20 g käuflichem, reinem Zinkchlorid in 100 ccm destilliertem Wasser hinzulaufen, kocht so lange unter Ergänzung des verdampfenden Wassers fort, bis die Stärke tunlichst gelöst und die Flüssigkeit fast klar geworden ist, verdünnt mit destilliertem Wasser, setzt 2 g käufliches, reines und trockenes Zinkjodid zu, füllt zum Liter auf und filtriert. Die klare Flüssigkeit wird in gut verstöpselten Flaschen aufbewahrt. Mit dem 50fachen Volumen destillierten Wassers versetzt, darf sie sich beim Ansäuern mit 1 : 3 verdünnter Schwefelsäure nicht blau färben.

2. Gibt man zu einer zweiten, gleich großen (100 ccm) Probe von demselben Wasser nach dem Ansäuern ein Stückchen reines Zink, so wird in der Flüssigkeit eine mächtige Entwickelung von Wasserstoff eintreten. Hat letztere einige Minuten

angedauert, so gießt man jene schnell in eine andere Porzellanschale über und versetzt sie mit demselben Quantum der Jodzink-Stärkelösung, welches zur Bestimmung der salpetrigen Säure verwendet wurde. — Enthält das Wasser neben Nitriten Nitrate, so wird die nunmehr entstehende Bläuung der Flüssigkeit eine intensivere sein, als sie es vorher war.

Selbstverständlich kann ein Wasser, welches nur Nitrate enthält, bei einfachem Zusatz von Jodzink-Stärkelösung sehr wohl farblos bleiben, nach der Behandlung mit Zink (2) indessen sich kräftig bläuen.

Diese beiden — feinen — Reaktionen sind tunlichst gleichzeitig nebeneinander, d. h. in verschiedenen Portionen, immer aber mit annähernd derselben Menge Wasser auszuführen.

∞ 3. Salpetrige Säure. Etwa 100 ccm Wasser werden mit 1 bis 2 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) und weiterhin mit 1 ccm einer farblosen Lösung von schwefelsaurem Metaphenylendiamin versetzt.

(5 g Metaphenylendiamin mit verdünnter Schwefelsäure bis zur deutlich sauren Reaktion versetzt und auf 1 l aufgefüllt (s. „Reagenzien" am Schluß).

Je nachdem wenig oder viel salpetrige Säure vorhanden ist, entsteht eine gelbe bis gelbbraune, fast rötliche Färbung (Bismarckbraun), deren Intensität wiederum einen Schluß auf die vorhandene Nitritmenge ermöglicht.

∞ 4. Salpetersäure. Der qualitative Nachweis geschieht außer mit der unter 2. beschriebenen Jodzink-Stärkelösung am besten auf folgende Weise: Man versetzt 2 g Diphenylamin mit 20 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) und füllt diese Lösung mit reiner, konzentrierter Schwefelsäure auf 100 ccm auf (s. „Reagenzien" am Schluß). Die Lösung ist sofort nach dem Erkalten gebrauchsfertig.

Etwa 2 ccm des Reagens werden in ein kleines, reines Porzellanschälchen gegeben, und es wird zu denselben ca. 1 ccm des zu prüfenden Wassers tropfenweise ohne Umrühren zufließen gelassen. Ist genügend Salpetersäure im Wasser vorhanden, so bilden sich sofort oder nach ganz kurzer Zeit blaue Streifen oder Strahlen.

Erscheint diese Strahlenbildung nach zwei Minuten nicht, so rührt man mit einem reinen Glasstab um. Eine jetzt eintretende

Blaufärbung, die nur schwach sein wird, zeigt immer noch Spuren an.

∞ b) Quantitativ.

∞ 5. Salpetrige Säure. Die unter 3. erwähnten Unterschiede in der Intensität der Färbung, welche sich auf Zusatz von Metaphenylendiamin zu einem nitrithaltigen Wasser ergeben, und welche die ganze Skala vom hellsten bis zum tiefsten (Rot-) Braun durchlaufen können, sind wir imstande, zu einer verläßlichen kolorimetrischen Bestimmungsmethode der salpetrigen Säure zu benutzen.

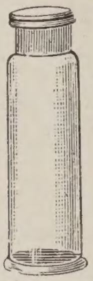


Fig. 24.
Glaszylinder.
(Paul Altmann, Berlin.)

Zu diesem Zwecke fertigen wir eine Normallösung von salpetriger Säure, indem wir 0,705 g salpetrigsaures Silber in ausgekochtem Wasser lösen, 1 g Chlornatrium zusetzen und auf 1 l auffüllen (s. „Normallösungen“ am Schluß). Verdünnt man diese Normallösung um das Zehnfache, so ist 1 ccm = 0,01 mg salpetriger Säure (N_2O_3).

Man stellt sich eine Skala her, indem man in gleich große und gleich weite, vor einem Bogen weißen Papiers aufgestellte, schlanke Maßzylinder mit 100-ccm-Marke, wie sie Paul Altmann bzw. Gebr. Muenke, Berlin, liefern (Fig. 24), 0,25, 0,5, 0,75 bis 1,0, 1,25 bis 1,50 usw. der oben genannten Lösung von salpetrigsaurem Silber bringt, mit 1 ccm der Metaphenylendiaminlösung versetzt, mit nitritfreiem, destilliertem Wasser bis zur Marke auffüllt und fest zugestöpselt stehen läßt.

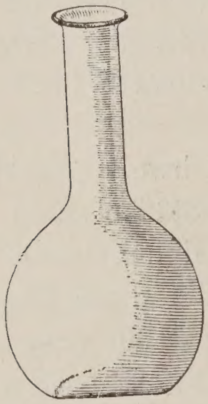


Fig. 25.
Kochflasche.
(Paul Altmann, Berlin.)

Alsdann werden 100 ccm des betreffenden nitrithaltigen Wassers, mit 1 ccm verdünnter (1 : 3) Schwefelsäure und 1 ccm Metaphenylendiamin versetzt, gegen diese Skala gehalten (natürlich in gleich weiten Standgläsern). Ist der im letzteren Falle entstehende Farbenton zu intensiv, gleich anfangs tief rot, so verdünnt man mit nitritfreiem, destilliertem Wasser zunächst auf die Hälfte und dann eventuell weiter bis zu Färbungen, die zu den in der Skala enthaltenen passen.

Angenommen, 25 ccm des zu untersuchenden Wassers hätten, nachdem sie in der eben angegebenen Weise bis zur 100 ccm-

Marke aufgefüllt wurden, dieselbe Farbenskala wie die obenstehende Normallösung mit 1,25 = 0,0125 mg N_2O_3, so ist der Gehalt des betreffenden Wassers = 0,0125 × 4 = 0,05 mg N_2O_3.

Ist das zu untersuchende Wasser reich an organischer Substanz und infolge davon koloriert, so muß man es vorher entfärben. Das geschieht bei einem harten durch Zusatz von Sodalösung (1 : 3)

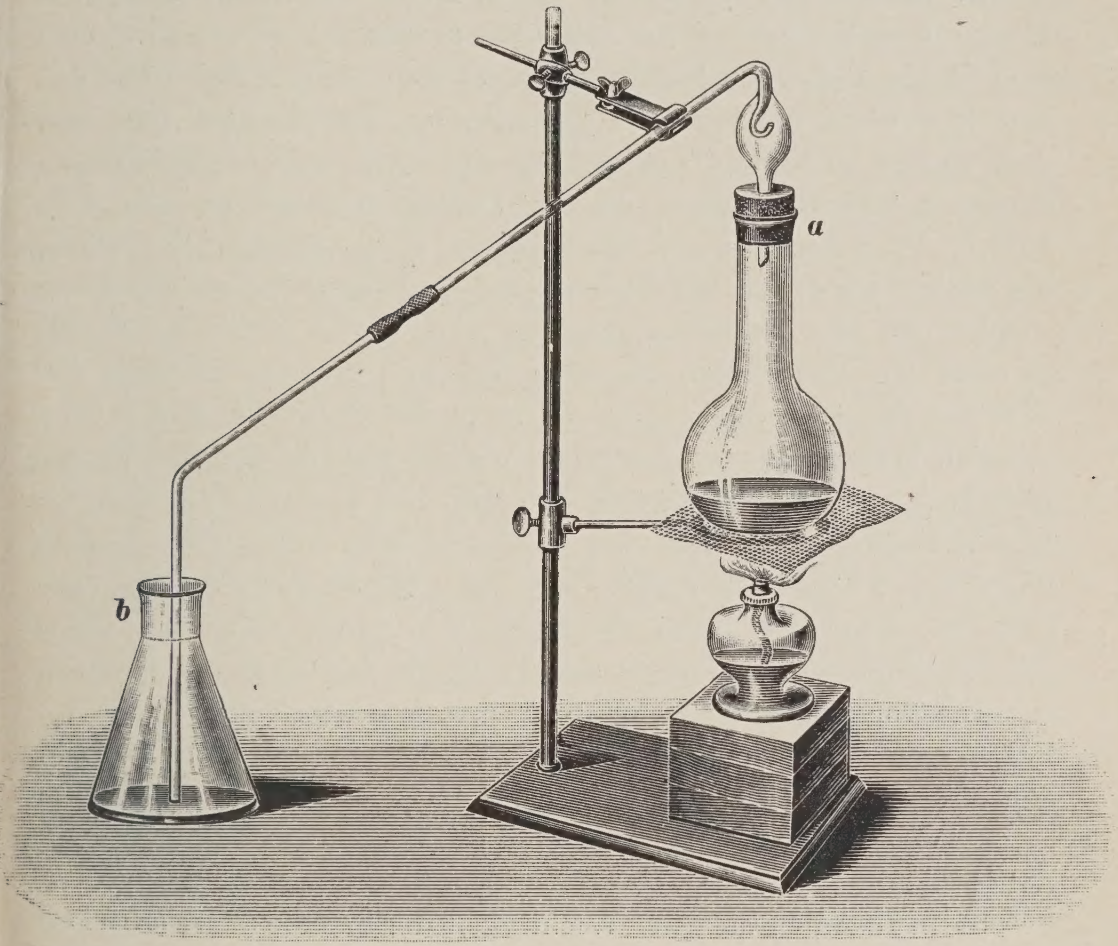


Fig. 26.
Apparat zur Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl.

und Natronlauge (1 : 2), bei einem weichen durch Zusatz von einigen Tropfen einer 10prozentigen Alaunlösung, deren Menge bei einer ganz subtilen Bestimmung natürlich zu berücksichtigen ist.

Hierbei kann man übrigens auch so verfahren, daß man zunächst die dem Wasser eigentümliche Färbung in der Skala ermittelt und die so gefundenen Werte von der mit Metaphenylendiamin konstatierten Menge N_2O_3 abzieht.

Will man lieber blaue Farbtöne, weil diese dem Auge besser „liegen“, so nimmt man an Stelle der Metaphenylendiamin- die vorher genannte Jodzinkstärkelösung.

∞ 6. Salpetersäure. a) 1 l des zu untersuchenden Wassers wird in einer Porzellanschale rasch über freier Flamme bis auf ca. 30 ccm Inhalt eingedampft, in einen Kochkolben (Fig. 25) übergeschüttet und die Schale so oft nachgespült, daß die ganze Menge des Wassers etwa 100 ccm ausmacht. Dazu gibt man eine Stange reinsten Kalihydrates, 75 ccm 90 prozentigen Spiritus und je 6 bis 8 g Zink- und Eisenstaub. Der Kolben wird mit dem an dem in Figur 26 skizzierten Apparate befindlichen Gummistopfen a fest verbunden. In die Vorlage b desselben gibt man 20 ccm $^{n}/_{10}$ Schwefelsäure. Man läßt bei Zimmertemperatur stehen, bis nach 3 bis 4 Stunden die erste heftige Wasserstoffentwickelung vorüber ist, und destilliert dann mit einer ganz kleinen Flamme so, daß die Destillation ungefähr in zwei Stunden beendet ist. Dies ist der Fall, wenn aller Spiritus überdestilliert wurde und deutlich Wasserdämpfe übergehen, welche sich als Tropfen in der Destillationsröhre ansetzen und den Hals der Vorlage heiß machen. Die Vorlage b zieht man weg, während sich unter dem Kolben noch die Flamme befindet, legt die Spitze der Vorlageröhre (Fig. 32) c auf den Rand des Kolbens b, spritzt das Ende von c mit destilliertem Wasser ab und verlöscht dann erst die Flamme.

Die vorgelegte Schwefelsäure wird, wie gewöhnlich, mit $^{n}/_{10}$ KOH- oder NaOHlauge zurücktitriert. Multipliziert man die Zahl der verbrauchten ccm $^{n}/_{10}$ SO_3 mit 5,4, so erhält man die Menge Salpetersäure, welche in einem Liter Wasser enthalten ist, in Milligramm.

∞ b) In Anbetracht der Wichtigkeit der Salpetersäure (Nitrate) für die Gewässer gebe ich hier noch die volumetrische Bestimmungsmethode nach Schloessing-Grandeau, und zwar um so lieber, als dieselbe kaum größere Schwierigkeiten bietet als a).

In einem mit doppelt gebogenem Ableitungsrohr und einem Röhrchen mit Hahntrichter versehenen Kolben kocht man ein Gemisch von konzentrierter Ferrochloridlösung und Salzsäure so lange, bis die im Kolben vorhandene Luft ausgetrieben ist und das austretende Gas — in ein Reagenzgläschen voll Wasser gebracht — vollkommen absorbiert wird. Ist dies erreicht, so läßt man durch den Hahntrichter das gehörig eingeengte Wasser

derart allmählich zufließen, **dass atmosphärische Luft nicht mit eintritt.** Die im Kolben aus den Nitraten in Freiheit gesetzte Salpetersäure verwandelt unter Beihilfe der Salzsäure das Ferrochlorid in Ferrichlorid und reduziert sich selbst zu Stickoxyd, welches in einer durch ausgekochte 10 prozentige Natronlauge abgesperrten Meßröhre aufgefangen wird. — Das auf 0^0 und 760 mm reduzierte Gasvolumen (s. die voraufstehende Tabelle S. 137 ff.) ist mit 2.413 multipliziert = mg Salpetersäure.

Für jeden nach 5 ermittelten Gewichtsteil salpetriger Säure ist 1,421 Salpetersäure abzuziehen.

Beispiel: Im Liter Wasser ermittelt nach 5 = 24 mg N_2O_3. Gefunden in 500 ccm Wasser 18 ccm, in 1000 also 36 ccm Gas bei $16{,}2^0$ u. 750 mm log. 36 = 55 630

+ log. t + b = 95 449

= 1,51 079 = 32,36

+ log. 2,413 = 38 205

1,89 284 = 78,08 mg Salpetersäure,

davon ab: 24 × 1,421 (für die N_2O_3) = 34,10 „ „

mithin: **43,98 mg Salpetersäure im Liter.**

Wie bereits beim Sauerstoff näher ausgeführt wurde (s. S. 154/155), zeigen sich salpetrige und Salpetersäure vornehmlich bei Gewittern, aber auch bei den durch vulkanische Ausbrüche, Nordlichter u. a. m. bedingten starken elektrischen Spannungen nicht gerade selten und in recht beträchtlichen Mengen zugleich mit einem starken Sauerstoffschwund im Wasser unserer Teiche, Flüsse und Seen. Hier können sie bei den durch letzteren geschwächten, dyspnöischen Fischen, wenn nicht rasch durch die Bakterien bzw. Flora Abhilfe geschaffen wird, bedeutende Kalamitäten hervorrufen. — Daß in derartigen Fällen gemäß der Annahme von Niklas u. a.[1]) immer ein elektrischer Strahl das Wasser getroffen haben muß, ist durchaus nicht nötig; die scharfen Beobachter mongolischer Rasse in the far East behaupten vielmehr, daß die ihnen recht geläufigen Fischsterben bei Gewittern vorzugsweise dann einzutreten pflegen, wenn die Blitze von der Erde zur Wolke springen oder — was so ziemlich auf dasselbe hinausläuft — die elektrischen Spannungen auf der Erde (im Wasser) größer sind als diejenigen in

[1]) Neu, „Teichwirtschaft", Bautzen 1859, S. 37, Deutsche Fisch.-Ztg. 1888, S. 286, 302 u. a. m. Übrigens scheinen Teiche usw. von Blitzschlägen öfters getroffen zu werden, als man gewöhnlich annimmt. So wurde mir von Fischsterben infolge von Blitzschlägen in Drahomischl, Schwarzwasser, Mosty, Schönbrunn und Karwin erzählt.

der Atmosphäre. Daß unter derartigen Verhältnissen wie in den Milch-, so auch in den größeren und kleineren natürlichen Wasserbehältern Induktionsströme sich bilden können, darf nicht wundernehmen. Durch dieselben wird das Wasser durch das in ihm gelöst enthaltene O zunächst zu Wasserstoffhyperoxyd und weiterhin in Verbindung mit N zu salpetriger und Salpetersäure oxydiert, und da diese Substanzen in überschüssigen Mengen schädlich, ja tödlich

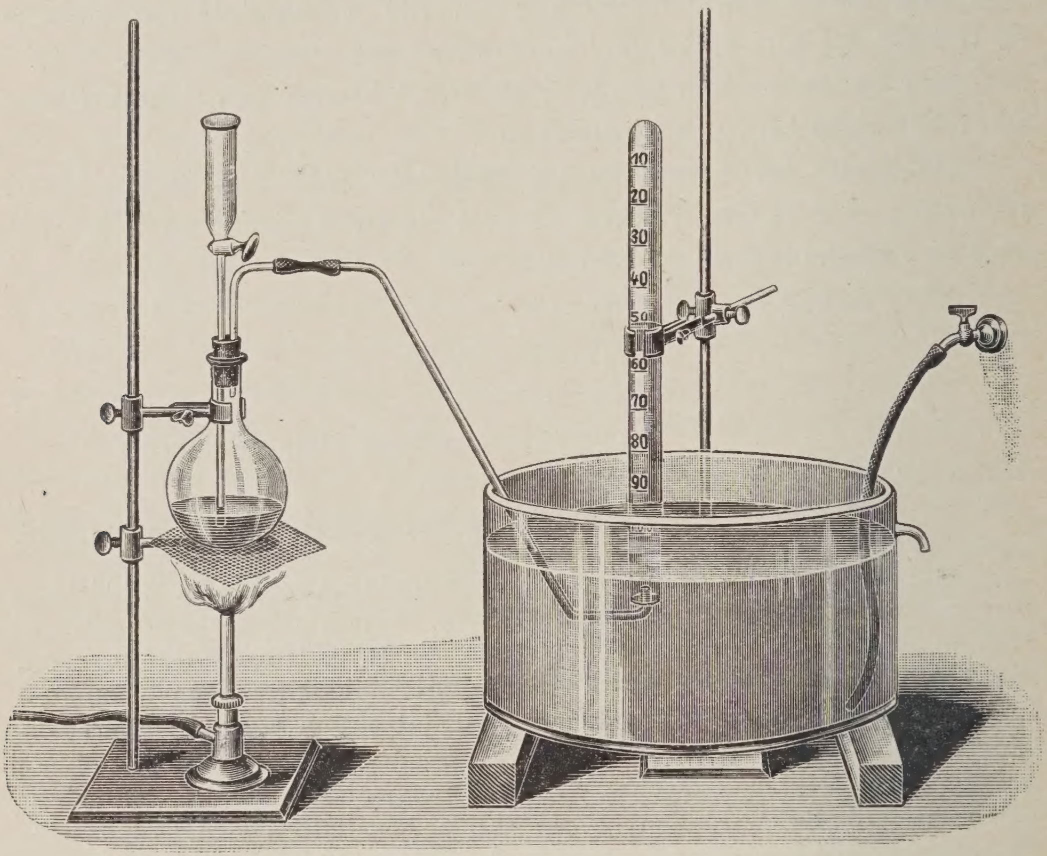


Fig. 27.
Bestimmung der Salpetersäure nach Schloessing-Grandeau.

wirken, lassen sich die im Gefolge von Gewittern, Nordlichtern, vulkanischen Ausbrüchen usw. in Nord und Süd, Ost wie West beobachteten Kalamitäten unschwer erklären. Dazu kommt, daß vor sommerlichen Gewittern beinahe immer die Zersetzung der organischen Massen (Gärung und Fäulnis) begünstigende hohe Temperaturen herrschen,[1]) und daß, gleich den Schmerlen, Zitterrochen und -aalen, vielleicht auch die anderen Fische, durch die im Wasser sich fühlbar machenden elektrischen Spannungen und Strömungen beunruhigt, zu

---

[1]) J. F. Hoffmann-Berlin, „Über eine Ursache des Absterbens der Fische", Allgem. Fisch.-Ztg. 1903, No. 21, S. 399 ff.

erhöhtem Stoffverbrauch angeregt werden. (Das gemeinhin „Seitenlinie“ genannte Organ des „sechsten Sinnes“ scheint mir ein sehr feinfühliger elektrischer Apparat zu sein.) Diese Annahme bestätigten sowohl alterfahrene chinesische Fischer für Gewitter, wie die Isländer und Giljaken (Wladiwostok) für Nordlichter.[1])

In China, namentlich dessen südlicherem Teile, Cochinchina, Siam usw., wußten die Kulis viel von einem „Blitzen“ bei heiterem Himmel in sehr lebhaft gefärbten Pfützen zu berichten. Jetzt sehe ich zufällig aus einer Plauderei von W. Bölsche, daß derartige Erscheinungen bei höheren Pflanzen längst bekannt sind.[2])

Salpetrige und Salpetersäure enthalten auch alle Meteorwässer. Nach J. Koenig[3]) beträgt der Gehalt an letzterer in Milligramm pro Liter für Deutschland:

bei Regen	Schnee, Eis, Hagel	Tau oder Reif	Nebel
0,01—16,00 (24,00)	0,00—4,00 (12,4)	0,05—2,50 (4,2)	0,5—1,83 (3,6)

(Die eingeklammerten Zahlen notierte ich.)

Wenn der genannte Gelehrte nun behauptet, „daß trotz der häufigen elektrischen Entladungen im Sommer der Gehalt des Regenwassers an Salpetersäure nicht größer sei als im Winter“, so stimmt das mit anderweitigen Untersuchungen und meinen bezüglichen Befunden durchaus nicht überein.[4]) Wohl mögen im groben Mittel aller Bestimmungen einschneidende Unterschiede sich nicht bemerkbar machen, weil ja zur kalten Jahreszeit die Luft ebenfalls oft genug mit Elektrizität geschwängert ist; für die einzelnen Fälle ergeben sich indessen bedeutende Differenzen. Im hohen Norden wieder bedingen die Nordlichter und in vulkanischen Gebieten die Eruptionen krasse Unterschiede (s. a. S. 21).

Die salpetrige wird durch ganz bestimmte Bakterien in Salpetersäure umgewandelt. Interessant ist es, zu verfolgen, wie bei Gewittern

---

[1]) E. Kayser, Korresp. f. Fischz. 1904, S. 99, 246 u. a. m.

[2]) Illustr. Chron. d. Zt. 1905, No. 35.

[3]) Landw. Jahrb. 1886, S. 741, „Die Verunreinig. der Gewässer“, 2. Aufl., Berlin 1899, I, S. 3.

[4]) Auch N. H. J. Miller, „Über den Gehalt des in Rothamsted gesammelten Regenwassers an Chlor und Stickstoff“, Biedermanns Centralbl. f. Agrikulturchemie, Leipzig 1905, S. 1 — 3, behauptet, daß „in den Sommermonaten eine Zunahme von Ammoniak zu verzeichnen ist, während die Menge der Salpetersäure im Winter wie im Sommer annähernd die gleiche bleibt“.

	Regenfall *mm*	Stickstoff p. 1 Million als Ammoniak	Stickstoff p. 1 Million als Salpetersäure	Stickstoff pro *ha* in *g* als Ammoniak	Stickstoff pro *ha* in *g* als Salpetersäure	Gesamtmenge *g*
Winter . .	358	0,381	0,175	1388	640	2028
Sommer . .	342	0,506	0,191	1665	630	2295
Jahr . . .	641	0,440	0,183	3051	1270	4321

vielfach — ob nur unter Einwirkung von Induktions- oder, wie Berthelot[1]) es will, von schwachen elektrischen Strömen überhaupt, bleibe dahingestellt —, zunächst analog der Nitritbildung, ein Sauerstoffschwund und nach Ausgleich der elektrischen Spannung gleichzeitig mit der alsdann auftretenden Salpetersäure ein Emporschnellen der Sauerstoffwerte statthat. — Salpetersäure bildet also das Endprodukt der nitrifizierenden, d. h. Salpeterstickstoff bildenden, Spaltpilze. Die massige Wucherung dieser wichtigsten Hilfstruppen des Land- wie des Wasserwirtes ist, wie bereits auf Seite 123 gesagt, hier aber wiederholt werden soll, außer an die Temperatur, Licht und Sauerstoff und an die Gegenwart von größeren Mengen von gebundener, kohlenstoffhaltiger Nahrung, an die von gelöstem, kohlensaurem Kalk gebunden. Obwohl durchaus amphibisch, scheinen sie im Wasser doch relativ schnell an Virulenz zu verlieren, weswegen ständige Impfungen, wie sie im Dorfteich der Wind und das Vieh besorgen, notwendig sein dürften. — Löslicher Kohlenstoff und vornehmlich die aus der Zellulose sich bildende Pentosane begünstigen dagegen die Entwickelung der denitrifizierenden Bakterien,[2]) ein Grund mehr, das vielgepriesene Gelege mit schelen Augen anzusehen.

Sowie Licht, Sauerstoff und Kalk[3]) fehlen und lösliche kohlenstoffhaltige Verbindungen im Überfluß auftauchen, tritt an die Stelle der regulären Umsetzungen alsbald die Fäulnis. Günstig, wenn sich alsdann recht viele Mikroben im Wasser vorfinden, welche sowohl das Ammoniak und den Schwefelwasserstoff, wie die Nitrate und Nitrite oxydieren bzw. in ihrer Körpersubstanz festlegen. Ja, oft genug werden wir die reichhaltige Sippe der denitrifizierenden und namentlich jene Arten, welche dadurch Stickstoff frei machen, daß sie die organischen Massen zu Kohlensäure, Wasser und elementarem Stickstoff verbrennen, sogar als Wohltäter begrüßen müssen (s. S. 86 ff.).

Als Quellen des Nährmaterials für die Nitrobakterien, die salpetrige Säure, haben wir außer den Bakterien und der Elektrizität —

---

[1]) Compt. rend. 1878, t. 85, p. 176, „Chimie végétale et agricole“, Paris 1899, t. I, p. 401—489.

[2]) Pfeiffer-Breslau, Jahrb. d. D. L.-G. 1902, S. 169 ff. Hiltner dagegen behauptet, auch in kohlenstofffreien Nährmedien Denitrifikation beobachtet zu haben. Arb. a. d. biol. Abt. f. Land- und Forstw. a. Kais. Gesundheitsamt 1904, III, S. 112.

[3]) Die von Schikora, Ztschr. f. Fisch. VII, I, S. 18, gemachte Beobachtung, daß durch Kalk die Aërobie gewisser Abwässerpilze herabgesetzt zu werden vermag, scheint sich auch bei einigen Gruppen von nitrifizierenden Spaltpilzen zu bestätigen. Das anaërobe Clostridium Pasteurianum wird dagegen wieder durch einige mit ihm in Symbiose bzw. Metabiose lebende Spaltpilze vor den Einwirkungen des Luftsauerstoffs geschützt.

wie bereits S. 38 gezeigt wurde — nach Bonnema und Sestini auch das Eisenoxydhydrat zu betrachten.[1])

Die bisher mit den Reinkulturen von nitrifizierenden bzw. stickstoffsammelnden Bakterien (Alinit) erzielten, wenig eindeutigen Erfolge werden bekanntlich von Moore-Washington[2]) auf eine Überfütterung derselben seitens der Züchter (Caron, Nobbe) mit Stickstoff und eine dadurch bedingte Trägheit des Stoffwechsels zurückgeführt; diese Voraussetzung kann für die Dorfteiche und besonders die städtischen Effluvien usw. ebenfalls um so eher zutreffen, als wir wissen (Koch a. a. O., S. 185), daß die bisher bekannt gewordenen nitrifizierenden Bodenbakterien dort nicht recht gedeihen wollen, wo reichlich lösliche und gelöste organische Stoffe sich vorfinden. Bei gewissen Effluvien kommen aber gar nicht selten 300 bis 1000 mg suspendierte und 300 bis 3000 mg gelöste Substanzen, darunter 200 bis 500 mg organische Stoffe und 40 bis 100 mg Stickstoff, also direkt widernatürliche Mengen, auf den Liter. Trotzdem scheint mir die Hauptsache das schnelle Erlahmen der Virulenz der guten Bakterien im Wasser, und namentlich im sauerstoffarmen Wasser, zu sein, während beide Faktoren (in Verbindung mit Kalkarmut und geeignetem Nährmaterial) nach Bieler und Schneidewind vielmehr die Wucherung der salpeterzerstörenden usw. Gruppen begünstigen. (Aërobe — anaërobe Spaltpilze, vgl. auch die Engelmannschen Versuche.)

Außerdem sei hier noch ausdrücklich daran erinnert, daß nach den Untersuchungen von Brandt,[3]) Baur[4]) und Gran[5]) hohe Temperaturen die Wucherung der denitrifizierenden Spaltpilze begünstigen. Gemäß den Ermittelungen von Wollny dürfte das Optimum bei etwa 30° C liegen.[6])

Das konnte ich recht deutlich in einigen durch eingeschwemmtes minderwertiges Heu gehörig gedüngten Pfützen bei Kirchdorf Wilhelmsburg im Juli und August v. J. beobachten. Für jede wurde dasselbe Quantum bester Impferde auf den Kubikmeter verwendet,

---

[1]) Bonnema, Chemiker-Ztg., 27, S. 148, F. Sestini, Landw. Vers.-Stat. 1904, S. 103.

[2]) Gg. A. Moore, Bull. Agric. Dep. Washington 1904, P. Weinrowsky, Ztschr. f. Fischerei, XII, 1/2, S. 55 ff. S. a. d. Bem. von Hiltner, Jahrb. d. D. L.-G. 1900, S. 76 ff., welcher die geringe Wirksamkeit des Bac. ellenbachiensis auf lokale etc. Verhältnisse zurückführt.

[3]) „Üb. d. Stoffwechs. i. Meere", 1., 2. u. 3. Abh. Wissensch. Meeresunt. Kiel 1899, 1902, 1903, ferner d. interess. Befunde „Beteil. Deutschl. a. d. intern. Meeresf.", III. Ber. Berlin 1906, S.-A., S. 45.

[4]) „Üb. zwei denitr. Bakt. a. d. Ostsee", Wiss. Meeresunt. Kiel VI., Feizel, „Beitr. z. Kenntn. denitr. Meeresb.", ebenda VII.

[5]) „Stud. üb. Meeresbakt.", Berg. Mus. Aarbog 1901, No. 10.

[6]) Arb. d. D. Landw.-Ges., Heft 36, S. 77 ff., Warmbold, „Unters. z. Biologie stickstoffbind. Bakt.", Inaug.-Diss., Merseburg 1905, S. 31 ff.

jedoch mit dem Unterschiede, daß I die ganze Menge auf einmal II dieselbe in der Temperatur angepaßten fünf- bis siebentägigen Dosen erhielt. Die Folgen davon waren: Ein anfänglich kräftiges Einsetzen der Selbstreinigung in I; dieselbe ließ jedoch bald nach, und Gärung und Fäulnis traten ein. Vegetation: stahlblaue Algen, einige Infusorien. Sauerstoffwerte: 0,4, 1,2, 1,6, 0,8, 0,6, 0,2 %. In II eine ständige Zunahme von Grünalgen, Rädertieren, Hüpferlingen, Rüsselkrebsen und Wasserflöhen in Verbindung mit stetig wachsenden Sauerstoffzahlen (0,5, 0,7, 0,9, 1,2, 1,0, 1,2 %)[1]. — Im Anschluß an die voraufstehenden Ausführungen dürften die nachfolgenden Daten sicher weitere Kreise interessieren:

Am						
16. Aug. 1905	gelangt. neben ca.	900	mg susp. Stoff.	ca.	200	mg bakt. Erd.,
22. „ „	„ „ „	700	„ „ „	„	250	„ „ „
24. „ „	„ „ „	800	„ „ „	„	300	„ „ „
14. Sept.	„ „ „	500	„ „ „	„	100	„ „ „
20. „ „	„ „ „	800	„ „ „	„	200	„ „ „
28. „ „	„ „ „	700	„ „ „	„	300	„ „ „
7. Jan. 1906	„ „ „	1600	„ „ „	„	250	„ „ „
9. „ „	„ „ „	1100	„ „ „	„	200	„ „ „
12./13.	„ „ „	870	„ „ „	„	500	„ „ „

im groben Mittel in eine Pfütze bei Rothenburgsort. Die nachfolgenden Zahlen zeigen, wie — abgesehen von der Temperatur — die Sauerstoffwerte im großen ganzen von der Menge der salpeterbildenden Spaltpilze und deren relativem Verhältnis zur organischen Substanz abhängen:

Datum	Temp. °C	Belichtung	Prozente						Bemerkungen
			O	N	CO_2	NH_3	H_2S	CH_4	
Aug. 16. 05	20	Sonnsch.	0,8	1,4	1,2	Spur	—	0,4	vor Regen.
„ „	21	trübe	0,2	1,2	2,4	viel	vorh.	0,6	unmittelbar nach Einfluß, Fische dyspnöisch.
„ „	19	Sonnsch.	0,6	1,2	1,8	vorh.	Spur	0,6	2 Stunden nach beend. Einfl.
17. „	19	„	1,0	1,4	0,2	Spur	—	0,4	18 „ „ „ „
20. „	22	„	1,2	1,2	a.R	—	—	—	
22. „	21	„	1,0	1,4	0,4	Spur	—	0,4	vor Regen.
„ „	23	„	0,4	1,4	0,6	„	Spur	0,7	unmittelbar nach Einfluß.
23. „	19,4	„	1,4	1,2	a.R.	—	—	0,4	24 Stunden nach Einfluß.
24. „	21	trübe	0,2	1,4	0,8	vorh.	vorh.	0,6	1 Stunde nach Einfluß [2]
„ „	20	Sonnsch.	0,4	1,4	0,9	„	„	0,8	4 „ „ „ [2]
25. „	18	„	0,6	1,4	0,9	„	„	0,8	24 „ „ „ [2]
26. „	20	Nebel	0,6	1,4	0,6	„	„	0,9	

[1]) Üb. d. anal. Verh. i. Bod. s. Krüger, Jahrb. d. Deutsch. Landw.-Ges. XIV, 1900, S. 63—75, Taf. 1—13.

[2]) Hier war zweifelsohne der gute, bakterienreiche Boden am 22. weggeschwemmt worden.

Datum	Temp. °C	Belichtung	Prozente						Bemerkungen
			O	N	CO_2	NH_3	H_2S	CH_4	
Sept. 13. 05	18	trübe	1,0	1,4	0,2	vorh.	—	0,2	
14. „	19	„	0,0	1,6	1,2	viel	viel	0,6	beim Einfluß, Fische dyspnöisch, einige sterben.
„ „	20	„	0,4	1,6	1,0	„	„	0,4	4 Stunden nach Einfluß, Fische dyspnöisch, einige sterben.
15. „	17	Sonnsch.	0,6	1,4	1,2	vorh.	vorh.	—	24 Stunden nach Einfluß.
18. „	19	„	0,8	1,2	1,4	„	„	0,6	
20. „	18	trübe	0,2	1,2	1,9	viel	„	0,6	beim Einfl., Fische dyspnöisch.
21. „	16	Sonnsch.	1,2	1,2	0,4	Spur	—	0,4	24 Stunden nach Einfluß.
22. „	17	diff. Licht	1,0	1,2	0,4	„	—	0,4	48 „ „ „
30. „	18	trübe	0,3	1,2	2,1	viel	viel	0,6	nach Einfluß . . . . .
„ „	17	„	0,6	1,2	1,7	vorh.	vorh.	0,7	6 Stunden nach Einfluß [1]
Okt. 1. 05	16	Sonnsch.	1,2	1,2	1,0	—	—	0,6	30 „ „ „
3. „	14	„	1,6	1,4	0,2	—	—	0,4	
Jan. 12. 06	1,6	trübe	0,8	1,5	0,9	Spur	—	0,3	während des Einflusses.
„ „	1,4	„	0,9	1,5	0,8	„	Spur	0,4	6 Stunden nach Einfluß.
13. „	2,2	„	0,9	1,5	1,0	vorh.	—	0,6	während des Einflusses.
14. „	2,4	„	0,8	1,6	1,2	„	Spur	0,8	6 Stunden nach Einfluß.

Was speziell die Kohlensäure anlangt, deren Werte in dem einlaufenden Wasser durchweg verhältnismäßig hohe sind, so sei hier einzig daran erinnert, daß nach Dafert, „Kleines Lehrbuch der Bodenkunde", Neudamm 1886, S. 202, ihr Gehalt in den gut gedüngten, tätigen Böden — und das sind die hier in Rede stehenden allermeist — 9½ % neben 10 % O betragen kann, während in den gewöhnlichen Bodengasen 79,5 % N, 1 % CO_2 und 19,5 % O enthalten sind. Diese Zahl erreicht aus naheliegenden Gründen in den Sommermonaten das Maximum, im Januar das Minimum. (Wollny.)[2] Ausgekochtes, destilliertes Wasser mit Straßenkehricht unter Luftabschluß geschüttelt, lieferte im Mittel:

Im Juli	1905	1,64 % CO_2,	0,3 % O,	im Okt.	1905	1,3 % CO_2,	0,54 % O,
„ Aug.	„	1,72 „ „	0,3 „ „	„ Nov.	„	0,9 „ „	0,66 „ „
„ Sept.	„	1,47 „ „	0,45 „ „	„ Dez.	„	0,7 „ „	0,58 „ „

im Januar 1906 (1.—15.) 0,4 % CO_2, 0,6 % O.

(Daß dabei stets dieselben Mengen [175 g Kompost auf den Liter] genommen wurden, sei hier nur nebenbei erwähnt.)

[1]) In diesem Falle hatten die Bakterien in der Zeit vom 20.—30. wieder Gelegenheit gehabt, auf dem Boden zu wuchern, wenn auch schwächer als im Sommer.

[2]) „Die Zers. der organ. Stoffe", Heidelberg 1897, S. 140 ff., Mitscherlich a. a. O., S. 223.

Stellt man diese Versuche mit gut und schlecht gesömmertem, bebautem oder gebrachtem Teichboden an, so vermögen die Kohlensäurewerte sehr gute Aufschlüsse über den relativen Wert, bzw. den Grad der Tätigkeit desselben zu geben.[1])

Salpetrige und Salpetersäure treten endlich auch als Endprodukte der Zersetzung auf. In derartigen Fällen wird man stets gut tun, durch eine geeignete, aus Straßenschmutz, Gartenerde, Dorfteich-

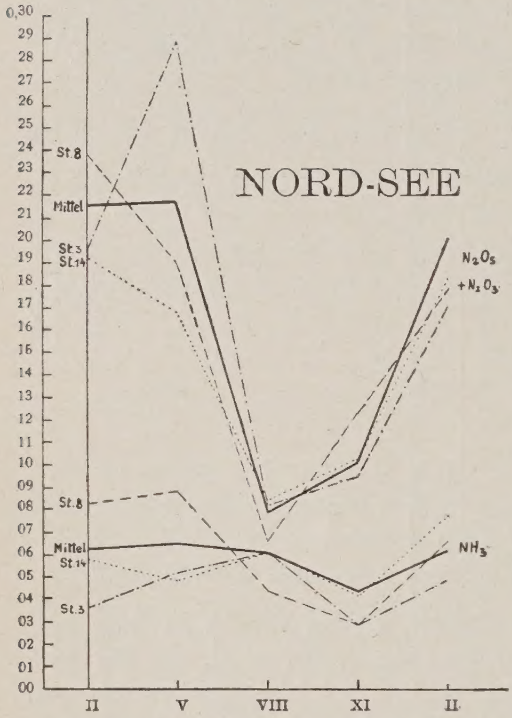


Fig. 28. Kurve 1.
Gehalt des Meerwassers 1904 und 1905 an Ammoniak, Nitriten und Nitraten.
(Nach Brandt.)

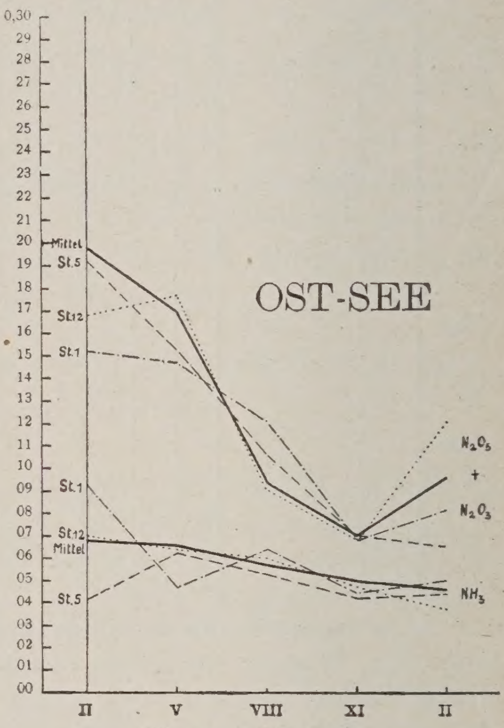


Fig. 29. Kurve 2.
Gehalt des Ostseewassers in 1904 und 1905 (Febr.) an Ammoniak, Nitriten und Nitraten.
(Nach Brandt.)

schlamm usw. unter starker Betonung des kohlensauren Kalkes hergestellte Impferde die zu einer regulären Umsetzung nötigen (pflanzlichen) Elemente ins Wasser zu bringen. Merkwürdig ist, daß weder Hulwa[2]) noch Hofer[3]) in den verschmutzten Flußwässern Salpetersäure beobachten konnten, bei längerem Stehen im Zimmer bildeten sich aber relativ beträchtliche Mengen in dem betreffenden Wasser.[4])

Sehr interessant und wichtig sind im Anschluß an die voraufstehenden Bemerkungen die in Abbildung 28 und 29 als Kurve 1 und 2

---

[1]) S. Mitscherlich, „Bodenkunde für Land- und Forstwirte", Berlin 1906, Paul Parey, S. 222 ff.

[2]) Ztschr. f. Fischerei 1895, No. 3/4, S. 147.

[3]) Münch. med. Wochenschr. 1905, No. 47, S. 2268 ff.

[4]) Emich, Sitz.-Ber. d. math.-nat. Klasse Ak. d. Wiss., Wien 1885, 91, II. Abt., S. 67.

von Brandt[1]) wiedergegebenen Untersuchungen von E. Raben[2]) über den Gehalt des Meerwassers an Nitraten usw.

Bemerkenswert ist dabei, daß gemäß der von Brandt aufgestellten Theorie über die Denitrifikation (s. S. 11) das Minimum an Nitraten und Nitriten in der Nordsee in den August, in der Ostsee dagegen in den November fällt. Der Dobersdorfer (Chroococcaceen-) See lieferte im September 1904 0,079 bis 0,130 Nitrit + Nitrat (als N) und 0,212 bis 0,274 ges. N, der Selenter (Dinobrien-) See 0,072 bis 0,116 Nitrit + Nitrat (als N) und 0,145 bis 0,236 ges. N pro Liter.

II. Ammoniak.

1. Über die qualitative Bestimmung des Ammoniaks ist bei der Vorprüfung des Wassers (s. S. 108) bereits das Nötige gesagt worden. Diese qualitative Prüfung wird auch meistens vollständig ausreichen. Unter Umständen — namentlich in Schmutzwässern — kann aber der Ammoniakgehalt unerwünscht hohe Dimensionen annehmen, und es können eingetretene Fischsterben usw. eine genaue Analyse desselben doch notwendig erscheinen lassen.

2. Quantitativ. a) Kolorimetrisch durch Nesslerisieren.[3])

Erforderlich ist eine Lösung von 3,147 g Chlorammonium (Salmiak) im Liter, von welcher 50 ccm auf 1000 verdünnt werden; 1 ccm ist alsdann = 0,05 mg NH_3. (Siehe „Normallösungen" am Schluß).

300 ccm des zu untersuchenden Wassers werden in einen verschließbaren Glaszylinder mit Glasstopfen gebracht, mit 2 ccm normaler Sodalösung und 1 ccm Natronlauge (1 : 2) versetzt und geschüttelt. Nach Absetzen des Niederschlages bringt man 100 ccm der klaren Flüssigkeit in einen engen Glaszylinder (Fig. 24) und setzt 1 ccm Nesslers Reagens (s. S. 108) zu. Bei starker Färbung wird verdünnt. — Dann versetzt man Proben von je 100 ccm ammoniakfreiem, destilliertem Wasser mit 0,2 bis 2 ccm der oben genannten Salmiaklösung und 1 ccm Nesslers Reagens und vergleicht die Farbentöne mit dem des ersten Zylinders (dem zu prüfenden Wasser), indem man von oben auf ein weißes Stück Papier sieht.

b) Titrimetrisch.

Zu diesem Behufe werden, je nach dem durch 1 ermittelten Gehalt, 250, 500 oder 1000 ccm des filtrierten Wassers in

---

[1]) Bericht üb. allgem. Biol. Meeresunt., S.-A. a. d. Bet. Deutschl. a. d. int. Meeresf., Berlin 1906, S. 30.

[2]) Wiss. Meeresunt. Abt. Kiel, N. F., Bd. 4, Bd. 8.

[3]) Nach „Der Chemikerkalender für 1906", Berlin, II. T., S. 359.

einer geräumigen Kochflasche (Fig. 25) mit gebrannter Magnesia versetzt, in der bei der Stickstoffbestimmung näher beschriebenen Weise entsprechend lange destilliert. Das Destillat fangen wir in einer mit $^{n}/_{10}$ Schwefelsäure beschickten Vorlage auf und titrieren letztere nach dem Erkalten mit $^{n}/_{10}$ KOH- oder NaOH lauge zurück.

1 ccm der $^{n}/_{10}$ Schwefelsäure entspricht = 17 mg NH_3.

Über die feinere Bestimmung namentlich sehr geringer Mengen durch Kombination beider quantitativer Methoden und unter Benutzung des Kolorimeters siehe Raben.[1])

Da bekanntlich durch Detmer u. a.[2]) nachgewiesen wurde, daß der Boden freies Ammoniak aus der Atmosphäre aufzunehmen und sich durch Absorption einzuverleiben vermag, ist hierauf besonders bei sauer reagierenden Wässern zu achten. Nach Ammon[3]) ist das Kondensationsvermögen der Bodenkonstituenten für Ammoniak folgendes:

Durch 100 ccm Substanz kondensiert ccm NH_3:

Temp.	Humus	Eisenoxydhydrat	Quarz	Kalk	Kaolin	Gips
0⁰	29511,3	38992,2	938,1	1552,0	2447,1	15134,1
10⁰	22930,3	35096,2	1071,6	1134,8	2165,3	10359,9
20⁰	20017,5	25513,4	1117,0	781,9	1473,1	—

Beim Verdunsten von Wasser entstehen Ozon und Wasserstoffhyperoxyd.[4]) Nach Angaben von Carius vermag nun das Ozon Ammoniak ebenso zu Ammoniumnitrat zu oxydieren,[5]) wie Eisenoxydhydrat NH_3 zu salpetriger Säure (s. S. 165).

Über den Gehalt des Meerwassers an Ammoniak siehe außer den Kurven 1 und 2 und den Bemerkungen von Raben[6]) und Brandt[7]) die Befunde von Natterer,[8]) Lenormand,[9]) Frankland[10]) u. a.

---

1) „Über d. quant. Best. v. Stickstoffverb. im Meerwass.“, Wiss. Meeresunt. Abt. Kiel, N. F., Bd. 8, S. 85, Fig.

2) Landw. Vers.-Stat., Bd. 14, S. 284 ff., Bretschneider, Der Landwirt, 8. Jahrg., No. 50—54, Kellner, Landw. Jahrb., Bd. 15, S. 3, Simon, Landw. Vers.-St., Bd. 18, S. 452 ff. usw.

3) Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., Bd. II, S. 1—46.

4) v. Gorup-Beternez, Ann. Chem., Bd. 161, S. 232, Belluci, Ber. deut. Chem.-Ges., 1876, S. 581.

5) Ann. Chem., Bd. 124, S. 1.

6) Wiss. Meeresunt. Ab. Kiel, N. F., Bd. 8, S. 85 u. 279.

7) Ebenda, N. F., Bd. 4, 6, Bet. Deutschl. a. d. int. Meeresf. I. u. II. Jahrb., S. 13.

8) Ber. d. Komm. z. Erf. d. östl. Mittelm., 3. Reise S. M. S. „Pola“ 1892, S. 51 ff.

9) „Rapports d. l. commission nomée à l'effet d'étudier la salubrité etc.“, Rennes 1904, Étude chim., p. 38.

10) „The depths of sea“, London 1873, p. 511, App. B.

Im Dobersdorfer See konstatierte Raben a. a. O. im September 1904 0,112 bis 0,141, im Selenter 0,083 bis 0,146 NH_3 als N pro Liter.

III. Stickstoff.

∞ Quantitativ. Die Bestimmung des Stickstoffes wird gleichzeitig immer in zwei Proben desselben Wassers, von denen die eine unfiltriert sein muß, während die andere durch ein Faltenfilter filtriert wird, ausgeführt, und zwar füllt man, um deutliche Ausschläge zu erhalten, von Wässern, die sehr reich an organischer Substanz sind, 200 bis 250, eventuell noch weniger, von ärmeren 500 bis 1000 ccm in eine Porzellanschale und dampft unter Zusatz von so viel Salzsäure, daß die Flüssigkeit eben sauer reagiert, zuletzt auf dem Wasserbade auf etwa 25 bis 30 ccm ein. Dieses so eingeengte Wasser versetzt man darauf mit 1 g saurem schwefligsaurem Natrium, 1 g Eisenchlorid, sowie 1 ccm reiner Schwefelsäure und verdampft unter Zusatz von etwas Gips im Hoffmeisterschen Glasschälchen zur Trockene.

Fig. 30.
Fülltrichter.
(Paul Altmann, Berlin.)

Der trockene Rückstand wird, samt dem Glasschälchen in der Reibschale zerdrückt und verlustlos in einen Destillierkolben gebracht. Hier versetzt man ihn zunächst mit destilliertem Wasser, dann mit 10 ccm konzentrierter Natronlauge und verbindet den Kolben rasch mit dem in Figur 26 skizzierten Apparat, der in eine mit 10 oder 20 ccm $^n/_{10}$ Schwefel- oder Salzsäure beschickte Vorlage b so eintauchen muß, daß die Spitze gerade den Boden berührt. Den Kolben erhitzen wir 20 bis 30 Minuten lang mit starker Flamme, nehmen die Vorlage weg und titrieren nach dem Erkalten mit $^n/_{10}$ KOH- oder NaOHlauge zurück. Jeder Kubikzentimeter verbrauchter $^n/_{10}$ HCl oder SO_3 ist = 0,0014 g N.

Verlustlos bringen wir den Inhalt des Hoffmeisterschen Schälchens dadurch in den Koch(Destillier)kolben über, daß wir einen „Fülltrichter“, ähnlich dem, welchen die Metzger beim Füllen der Därme benutzen, auf den Hals des Kolbens setzen und den Inhalt der Schale mittels eines feinen Pinsels in die Öffnung des Fülltrichters hineinfegen (Fig. 30). — Ist uns die Überfüllung ohne Verluste gelungen, so geben wir zunächst 500 ccm destilliertes Wasser zu. Dann nehmen wir das Maßgefäß mit der Natronlauge in die rechte Hand, halten

einen Glastrichter mit schräg abgeschnittener Spitze so durch Druck mit der linken Hand tunlichst weit unten gegen den (inneren) Kolbenhals, daß die NaOHlauge am Rande des Kolbens hinunterläuft und gemäß ihrer Schwere am Boden lagernd das Wasser unterschichtet (Fig. 31). — Dieses Unterschichten ist notwendig, weil andernfalls leicht Stickstoffverluste eintreten können. — Zu beachten ist, daß nicht etwa NaOHlauge an den oberen inneren Rand des Kolbens, dort, wo der Korken aufsitzt, gelangt. Ist das der Fall, so muß die betreffende Stelle sorgfältig und gründlich mit Filtrierpapier abgewischt werden. — Man beginnt sofort mit voller Flamme zu erhitzen und fährt mit diesem Erhitzen fort, bis alles Ammoniak in die Schwefelsäure der Vorlage übergeführt und von dieser gebunden ist, was in etwa 20 bis 30 Minuten der Fall sein dürfte.

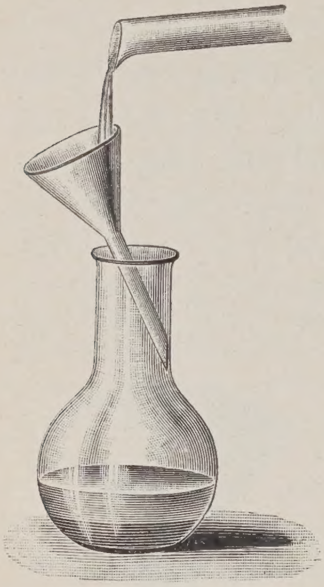


Fig. 31.
Richtige Füllung des Kochkolbens bei der Stickstoffbestimmung.

Würden wir nun die Flamme verlöschen, so würde aus dem Vorlagekolben ein Teil der Schwefelsäure in den Kochkolben übergerissen werden. Um dieses zu vermeiden, stellen wir die Vorlage, während die Flüssigkeit im Kochkolben unter Einwirkung der Flamme stark weiter siedet, so zur Seite, daß die Spitze der Vorlageröhre c noch auf den Rand des Kolbens b zu liegen kommt (Fig. 32). Dann erst verlöschen wir die Flamme, spritzen die Spitze der Vorlageröhre ab und verfahren weiter, wie vorher geschildert.

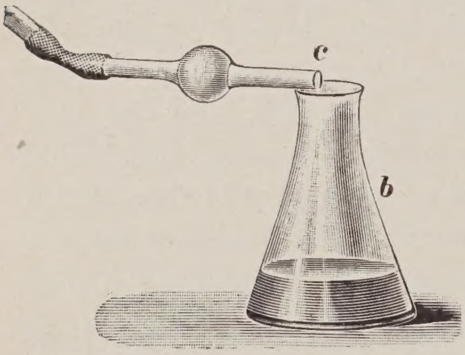


Fig. 32.
Beendigtes Überdestillieren.

Die Differenz zwischen dem Stickstoffgehalt des unfiltrierten und filtrierten Wassers gibt uns die Menge des in suspendierter Form vorhandenen Stickstoffes.

Bekanntlich ist durch Benecke und Keutner,[1]) Reincke[2]) u. a. nachgewiesen worden, daß unter dem Einfluß allerkleinster Lebewesen die Umsetzung der organischen Substanz des Wassers in die für die Entwickelung der Fischnahrung günstige Form vor sich geht. Die Tätigkeit der Bakterien hängt nun ebensosehr von der Wärme wie von dem ihnen zur Verfügung stehenden Nährmaterial [gebundenem

[1]) Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1903, Bd. 21, S. 333—346.
[2]) Ebenda, Bd. 21, Heft 8, S. 1—3.

Kohlenstoff, Kalk[1]) und Phosphorsäure[2])] ab, und so ist es denn interessant und wichtig zugleich, in einem Teichwasser, beispielsweise vor und nach einer Kalkung oder Düngung, den verschiedenen Gehalt an Stickstoff bei Eintritt kälterer oder wärmerer Witterungsperioden zu verfolgen.

Derartige Untersuchungen, welche sich namentlich die biologischen Stationen angelegen lassen sein sollten, sind von großer Bedeutung.

Die moderne Düngerlehre des Wassers betont den Wert der rationellen Stickstoffzufuhr mit Recht und ist, von den Beobachtungen im Dorfteich ausgehend, auch bereits zu der Überzeugung gelangt, daß zu reichliche Dosen auf einmal verabreicht weit mehr zu schaden als zu nützen vermögen. Es wird nämlich alsdann entweder — in guten Gewässern — zuviel von dieser kostbaren Substanz verpufft werden bzw. bei den Pflanzen und niederen Tieren ein Luxusverbrauch sich einstellen, oder es werden — wie in mageren Gewässern bei einem Mangel an Verarbeitern — den schlimmsten Zersetzungsprozessen Türen und Tore sich öffnen. Außerdem können in diesem letzteren Falle infolge der Vergiftung mit Stickstoffverbindungen Flora und Fauna empfindlich geschädigt, wenn nicht vernichtet werden.[3]) Die Stickstoffdüngung sei daher der Temperatur und dem Verdauungsvermögen des Wassers aufs subtilste angepaßt und erstrecke sich bis in den späten August, ja, in sehr heißen Sommern bis Anfang September hinein. Die bekannten Horákschen und meine Zahlen[4]) über den Verbrauch der Karpfen bei den verschiedenen Temperaturen bilden in Verbindung mit verständig durchgeführten Planktonzügen, namentlich aber den neuesten Ausführungen von Zuntz[5]) die Richtschnur für solche Düngungen. — Da, wie schon die Bezeichnung sagt, fürs Wasser in erster Linie die wasserlöslichen Bestandteile und diese für die Mikrofauna und -flora wieder vornehmlich in gelöster Form in Betracht kommen, so löse man die Materialien vorher in gutem, alkalisch reagierendem Teichwasser[6]) und verteile sie dem Vorschlage von Walter[7]) gemäß recht gleichmäßig und fein über den ganzen Teich. — Auch im Wasser wird durch Bakterien der Stickstoff in Salpeterstickstoff

---

[1]) H. Fischer, Zentralbl. f. Bakt., Bd. 12, S. 638, Bd. 14, S. 33—34, H. Warmbold, „Unters. üb. d. Biolog. stickstoffbind. Bakt.“ Inaug.-Dissert. Merseburg 1905, S. 19.

[2]) Gerlach u. Vogel, Zentralbl. f. Bakt. II, Bd. 10, S. 636—643.

[3]) H. Grandke, „Die Rieselfelder von Berlin und die Spüljauche“, Neudamm 1892, S. 20 (s. a. die Ausf. Hübners, S. 82).

[4]) V. Horák, „Die Teichwirtschaft“, Prag 1869, S. 83, Knauthe, „Die Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 261 ff.

[5]) Mitt. d. Fisch.-Ver. f. d. Prov. Brandenburg 1906, H. 3/4, S. 50 ff.

[6]) P. Morcineksches Verfahren, s. W. Frhr. v. Gärtner, „Meine Reise nach Galizien, Österr.-Schles. u. Böhmen“, 2. Aufl., Falkenberg O.-S. 1891, S. 15 u. 16.

[7]) „Die Fischerei als Nebenbetrieb des Landwirtes und Forstmannes“, Neudamm 1903, S. 514.

umgewandelt und so für die Flora (und Mikrofauna) assimilierbar gemacht. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache werden wir den „trägen“ — und das sind die über schweren, kalten Gründen stehenden allermeist —, sowie den bakterienarmen (Hochmoor- und Heide-) Wässern gleichzeitig mit dem Stickstoff die nötigen, richtigen Bakterien in Form von Massenkulturen (Impferde) zuführen müssen.[1])

Für den nicht wasserlöslichen Teil des Stickstoffs galt als gutes Kriterium der Löslichkeit durch die Fermente des Teiches bzw. der Pflanzen und niederen Tiere bisher die im Versuche extra corpus (nach Stutzer) ermittelte Verdaulichkeit (s. Kap. III). Das mag für sehr gut gepflegte, tätige Böden und Wässer wohl zutreffen. Für das Gros und besonders die trägen, kalten stimmt das indessen durchaus nicht. Hier muß vielmehr auf die leichte Verdaulich- bzw. Löslichkeit des Restes Gewicht gelegt werden, und auch diese läßt sich an der Hand der Stutzerschen bzw. besonderer einfacher Versuche unschwer ermitteln, wie folgende Zahlen zeigen:

Vom nicht wasserlöslichen N des Blutmehls wurden verdaut Prozente:

Temp. + 25° C	Von einer Pepsinlösung nach Stutzer in			Von Krustazeenpreßsaft in		Von Diatomeenpreßsaft[2]) in		Von Fermenten aus bestem, kompostiertem Schlamm[3]) in	
	6 St.	8 St.	12 St.	8 St.	12 St.	8 St.	12 St.	8 St.	12 St.
An der Luft getrocknet (Rosario)	78,0	83,2	86,8	74,7	83,2	—	—	61,4	77,3
An der Sonne getrocknet (Nicaragua)	72,6	79,4	81,2	69,7	78,4	—	—	59,8	68,2
An der Sonne getrocknet (Saigon)	74,9	83,6	—	73,2	81,7	—	—	59,6	74,0
Im Vakuum bei 22° C getrocknet	76,4	84,2	85,9	71,4	82,7	—	—	61,2	76,0
Im Vakuum bei 38° C getrocknet	68,8	72,0	79,5	65,3	74,6	—	—	50,4	61,4
Fattingers Blutmehl . .	54,4	67,8	72,2	57,6	69,4	50,3	67,9	44,3	58,4
Schubarts „ . .	47,2	54,6	66,3	40,4	57,2	40,9	59,3	36,2	48,7
Altonaer „ . .	42,1	53,2	64,2	43,4	59,6	41,7	57,7	39,9	47,8
Grawatschs „ . .	37,2	44,2	56,3	38,2	55,4	37,6	58,7	30,4	40,6

[1]) s. a. P. Vogel, „Ausf. Lehrb. d. Teichw.“, Bautzen 1905, III. Bd., S. 64, 174, 175.

[2]) Diatomeen enthalten von 12—24 % Fett in der Trockensubstanz. Je fettreicher das Material, desto geringer die Wirksamkeit, namentlich des alkalischen Preß- bzw. Verdauungssaftes, ist eine schon von Stutzer und Th. Pfeiffer genügend gewürdigte Tatsache.

[3]) Frischer Schlamm — und stammt er selbst aus allerbesten Teichen — ist bei weitem nicht derartig wirksam wie ein regelrecht

Jedenfalls wird man gut tun, auch das Fermentbedürfnis des betreffenden Bodens bzw. Wassers zu berücksichtigen und zugleich mit der Impferde rottende Gründüngung,[1]) gut verrotteten (nicht verspeckten) Mist, alten Kulturboden usw. dem Gewässer zuzuführen. — Schon der alte Colerus erwähnt, daß der Karpfen Lehm, Lette, Ton und andere fette Erde aufnehme.[2]) Dasselbe beobachtete ich vielfach bei Weißfischen und sagt Jaffé von den Salmoniden.[3]) Wenngleich nun zugegeben werden muß, daß diese Aufnahme teils zur Deckung des Kalk-, Kali-, Phosphorsäurebedürfnisses, teils rein mechanisch erfolgt, und in dieser Beziehung gewisse Methoden der alten Teichwirte gar nicht so uneben waren,[4]) scheint mir die hauptsächlichste Bedeutung doch in der Aufnahme von Bakterien und Hilfsfermenten, also einer Unterstützung der Verdauung, zu liegen.[5]) Speziell nach dieser Richtung hin angestellte Versuche bestätigten diese Annahme durchaus.[6]) — Beachtenswert ist jedenfalls auch, namentlich im Hinblick auf die neuesten gründlichen Untersuchungen von Schikora,[7]) die Bemerkung von Franke-Laibach, daß nach J. Hubad der Lehm ein vorzügliches Antiseptikum bei der Krebspest abgeben soll.[8])

Leider hat man seither, vornehmlich in der Teichwirtschaft, die Stickstoffzufuhr allzu einseitig begünstigt, bloß höchstens noch den Kalk berücksichtigt, ohne dabei zu berücksichtigen, daß in Anbetracht der meist großen Armut der Weiher an allen Nährstoffen das Liebigsche

---

kompostiertes und gehörig an der Luft bewegtes Material. Natürlich, denn erstens enthält er, wenn auch bloß in Spuren, durch Reduktion entstandene, antifermentativ wirkende Substanzen (Eisensalze usw.), Fette, Öle usw., und zweitens verlieren die Fermente, gleichwie im überschwemmten, feuchten Boden, so ganz besonders schnell im flüssigen Elemente ihre Virulenz.

[1]) Rakus und v. Scheidlin, „Prakt. Unterweis.", Wien 1902, S. 14 ff.

[2]) „Oeconomia ruralis et domestica", Mainz 1665, XVI, S. 680, Leonhardt „Der Karpfen", Neudamm 1906, S. 22 u. a.

[3]) B. Benecke, „Die Teichwirtschaft", 4. Aufl., Berlin 1902, S. 102.

[4]) Leonhardt a. a. O., S. 71 usw.

[5]) Österr. Fisch.-Ztg. III, No. 2, S. 34, P. Vogel, Korresp. f. Fischz. 1906, S. 221, 286, „Die Fischfütterung", Bautzen 1906, S. 374 — 379.

[6]) Nach frdl. Mitteilung von P. Vogel sollen die von ihm heuer angestellten bezüglichen Versuche mit ein- und zweisömmerigen Karpfen in sehr stark übersetzten Teichen geradezu überraschend gute Resultate ergeben haben.

[7]) Ber. V. Int. Fisch.-Kongr., Wien 1905, Fisch.-Ztg. 1906, No. 35 ff.

[8]) Progr. k. k. Untergymn. Laibach 1893/94, Franke, Ber. VI. Öst. Fischereitag, Salzburg 1901, V. Int. Fisch.-Kongr., Wien 1905.

Gesetz vom Minimum hier voll gelten wird, daß hohe Kalkbeigaben die Nitrifikation und bei fehlenden Verarbeitern und Bindemitteln die Stickstoffverluste befördern. Die Arbeit von Hoffmann (Arb. d. D. L.-G., Heft 106) gibt hierfür Belege genug. „Stickstoff allein gibt geile, aber beileibe keine Fettweide", sagt der Bauer. Was Wunder, wenn in derartig unverständig gedüngten Weihern die geil gewachsenen, getriebenen Fische für bestimmte Krankheiten hochgradig inklinieren!

Gleich der Luft enthält das Wasser gasförmigen, atmosphärischen Stickstoff gelöst; aus den Seite 136 angegebenen Gründen freilich bloß in sehr bescheidenen Quantitäten, nämlich bei 10^0 C nur 1,5% gegen 79 in ersterer. Könnten wir diesen gasförmigen Stickstoff uns für unsere Zwecke direkt nutzbar machen, so wäre den Wasser- wie den Landwirten geholfen. Die letzteren besitzen bereits ein bequemes Hilfsmittel zur Anreicherung ihrer Flächen mit atmosphärischem Stickstoff in der Gründüngung. Diese Gründüngung wird jetzt vielfach auch in der Teichwirtschaft angewendet (Gasch,[1] Blume,[2] Kühn, Jaffé), und die schlauen Chinesen führen ihren Lachen und Seen regelmäßig große Mengen agilen Stickstoffs durch Kompost zu, den sie nach jedesmaliger gründlicher Umarbeitung mit raschwüchsigen Lippenblütlern besät haben, d. h. im Laufe der Saison vier- bis sechsmal. Außerdem müssen sich, darauf deutet mehr als ein Moment hin, in den ostasiatischen Gewässern, besonders der subtropischen Region, stickstoffsammelnde Pflanzen vorfinden. Auch bei uns zulande werden früher oder später derartige Wohltäter entdeckt werden, vielleicht dann, wenn uns die gerade nach dieser Richtung hin fieberhaft tätige Chemie den Luftstickstoff bereits in brauchbarer, gebundener Form zugänglich gemacht haben wird.[3]) — Gleich den Leguminosen und einigen anderen, Erlen, Pilzen, Algen, dürften diese Stickstoffsammler indessen erst dann gasförmiges N aus der Luft aufnehmen, wenn der im Wasser vorhandene, leicht lösliche aufgebraucht ist (s. S. 48). In den verschiedensten Schriften über Fischzucht und Teichwirtschaft lesen wir davon, wie die Erträge eines Weihers oder Tümpels, nachdem sie sich innerhalb der durch die meteorologischen usw. Einflüsse bedingten Schwankungen jahrelang auf gleicher Höhe hielten, ohne ersichtliche Gründe plötzlich um 50 und mehr Prozente zu steigen anfingen.[4]) In derartigen Becken werden wir alsdann ständig eine ganz ausgesprochen eigenartige Flora finden. — Ein Stickstoffsammler ist nach den Befunden von

---

1) s. dessen „Beiträge zur Teichwirtschaft", Stettin 1896, I u. II.

2) P. Vogel, „Ausf. Lehrb. d. Teichw.", Bautzen 1901, II, S. 220.

3) Gerlach-Posen, Mitt. d. D. L.-G. 1904, St. 8, v. Lepel-Wieck, ebenda, S. 46/47, „Vegetationsvers. m. N-Dünger i. J. 1904", a. a. O. 1905, 6, S. 29 ff., derselbe, „Vegetationsversuche mit N-Dünger im Jahre 1905", ebenda 1906, 3, S. 19—25, M. Hoffmann-Berlin, „Die Düngerwirkung der Luftstickstoffpräparate", ebenda 1906, 6, S. 43—46.

4) V. Burda, Ztschr. f. Fisch., IV, 2—4, S. 106 ff.

Hiltner[1]) auch die unsere Gewässer umsäumende Erle. Ihre Wurzeln ragen teilweise direkt ins Wasser und, wenn mir von den verschiedensten Seiten gerade die große Produktivität derartiger Elsentümpel berichtet, wenn die Dungkraft des auf ihnen vegetierenden Entenflottes von Gärtnern und Kleinbauern[2]) besonders gerühmt wurde, so gibt das zum Nachdenken allen Anlaß, und das um so eher, als uns die Wucherung der Gründüngung in den Teichäckern zeigt, daß die dabei in Betracht kommenden Bakterien stark hydrophil oder amphibisch sein müssen. —

Bekanntlich nahmen die Bakteriologen lange Zeit hindurch die Nutzbarmachung des Luftstickstoffs seitens der Leguminosen, Erlen, Eleagnazeen unter Bildung von Wurzelknöllchen vermittelst der Symbiose mit nur einem einzigen Spaltpilz an, neuerdings unterscheidet Hiltner aber zwei typische Formen desselben (Bact. rad. legum.[3]) und Beyerinckii.[4]) Diese Bakterien variieren unter abweichenden lokalen, Temperatur- usw. Verhältnissen jedoch derart stark, daß fremdländische Schmetterlingsblütler infolge des Fehlens der ihnen angepaßten Form selbst auf einem der typischen reichen Gelände nicht zu vegetieren vermögen. (Mißerfolge mit japanischen Leguminosen in Deutschland, hiesigen in Amerika und Australien u. a. m.) Die jüngsten Versuche von Gg. T. Moore-Washington haben nun die große und leichte Dehnbarkeit dieses Bact. radic. legumin. gezeigt; dieselbe ergibt sich indessen weit einwandfreier aus Kulturversuchen mit Wasser oder Schlamm. — Wie anders kommt es denn, daß niemals in der betreffenden Gegend angebaute ostasiatische Schmetterlingsblütler in einem Seeschlamm ohne Impferde üppig wuchern, Knollen von Haselnußgröße und Riesenerträge an Stroh und Körnern produzieren, während sie auf dem anliegenden, erstklassigen Boden aus Mangel an Bakterien stocken, nur in geimpften Proben gedeihen? — Wie kommt es ferner, daß in dem kompostierten und gekalkten Schlamme aus einem Heidetümpel alle Leguminosen ungeimpft kräftig wuchsen, auf der genau in der nämlichen Weise behandelten Erde von den Grenzgrundstücken jedoch nicht? (Einschleppung durch Grundwasser ausgeschlossen.) Versuche mit dem von Hiltner verbesserten, billigen „Nitragin“ auch in Teichen sehr erwünscht, und das um so eher, als nach Beijerinck und Mazé Reinkulturen

---

1) Landw. Vers.-Stat., Bd. 46, S. 153.

2) Österr. Fisch.-Ztg., III, No. 8.

3) H. Hellriegel u. H. Wilfarth, „Untersuchungen über die Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen“, Ztschr. Ver. f. d. Rübenzuckerindustrie, Berlin, Nov. 1898, Beilagsheft.

4) Jahrb. d. D. L.-G. 1903, S. 136, s. a. L. Hiltner u. K. Stoermer, „Neuere Unters. üb. d. Wurzelkn. d. Legum. u. d. Erreg.“, Arb. a. d. Biol. Abt. f. Land.- u. Forstw. a. Kais. Gesundheitsamte, Bd. III, Heft 3, Mitt. d. D. L.-G. 1903, St. 13, u. a. m.

dieser Knöllchenbakterien ebenfalls kräftig Luftstickstoff assimilieren sollen.[1])

Gerade weil nun, wie Moore u. a. nachgewiesen haben, so ungemein leicht eine Übersättigung der Spaltpilze mit Nährmaterial und infolge davon eine Trägheit im Stoffwechsel eintritt, ein Umstand, auf welchem auch die geringe Dauer der Virulenz der nitrifizierenden Gruppen im Wasser basiert (s. S. 39), werden wir uns die lange und starke Wirksamkeit der im Wasser vorhandenen Leguminosenbakterien, die oft riesige Entwickelung der genannten Knöllchen auf Teichäckern, last not least den günstigen Einfluß der Rieselung auf das Wachstum der Leguminosen auf Wiesen unschwer erklären können. Infolge der im Wasser absorbierten geringen Mengen von Luftstickstoff sind die Spaltpilze in ihm auf knappe Kost gesetzt, an die Luft gebracht liefern sie mithin Freßkulturen im wahrsten Sinne des Wortes.[2]) — In stark verwachsenen, kalkarmen Gewässern ändert sich dieses Verhältnis dagegen nach Maßgabe der Menge der Salpeterzerstörer und der durch sie produzierten, oft sehr beträchtlichen Quantitäten von elementarem Stickstoff. Es tritt eine Degeneration ein, und gerade auf **diese degenerierten Formen des Knöllchenbakteriums und ihr weiteres Verhalten im Boden möchte ich die Aufmerksamkeit der Forscher lenken.** Die Beobachtungen, welche ich besonders bei der Nachfrucht in unseren Wechselwirtschaften machte, geben denn doch zu denken.

In Anbetracht der Wahrscheinlichkeit, daß einige der im Wasser vegetierenden höheren oder niederen Pflanzen Stickstoffsammler sind, bezw. daß die Knöllchenbakterien — ähnlich wie wir das von einigen sonst auf die Symbiose angewiesenen Algen (Chlorella) (und Pilzen?) wissen — in ihm selbständig vegetieren, empfehle ich Interessenten übrigens ein Studium der älteren Arbeiten von Frank[3]) über die Bakterienfrage. — Wie bereits Seite 155 erwähnt wurde, beobachtete Marsson an den Mischstellen von verschmutzten und relativ reinen Gewässern neben einem starken Sauerstoffschwund stets auch eine beträchtliche Abnahme an elementarem Stickstoff. Inwiefern dies

---

[1]) M. Hoffmann-Berlin, Mitt. d. D. L.-G. 1906, St. 13, S. 143.

[2]) Hier zeigt uns die Natur dasselbe, was Moore mit seinen Kulturen erzielt haben will, und Hiltner mit seinem „Nitragin" de facto erreicht zu haben scheint (s. Riecke, Wiener Landw. Zeit. 1906, S. 146).

[3]) Bot. Ztg. 7, 34, Chem. Zentralbl. 1889, I, S. 436, Th. Schloesing, Compt. rend., T. 113, p. 770, 1059, Zentralbl. f. Agrik.-Chem. 1889, I, 436. Üb. d. Metabiose. zwischen Algen und Bakt. wie d. günst. Wirk. ders. für die Anreich. mit Nitraten im Boden s. Kossowitsch, Bot. Ztg., 1894, 1. Abt., H. 5, S. 97 ff., Dehérain u. Demoussy, Compt. rend., T. 130, p. 465, Bouilhac, ebenda, T. 123, S. 828, derselbe u. Giustiniani, ebenda, T. 137, p. 1274—1276, T. 138, p. 293 ff., Warmbold a. a. O., S. 37 ff.

mit dem von Ammon (s. a. a. O.) nachgewiesenen Kondensationsvermögen gewisser Bodenkonstituenten für gasförmiges N zusammenhängt, muß um so eher näher untersucht werden, als kondensierte Gase reaktionsfähiger und leichter in Verbindungen überführbar sind (Warmbold a. a. O., S. 6 und 7). 100 ccm Substanz absorbierten bei 17° C: Humus 126,2, Eisenoxydhydrat 23986,17, Kalk 3803,27, Kaolin 813,4 ccm N.

IV. Kalk und Magnesia.

a) Qualitativ.

∞ 1. Kalk. 10 ccm des zu untersuchenden Wassers werden in einem Reagenzgläschen mit einigen Tropfen konzentrierter Essigsäure (Acidum aceticum), weiterhin mit einigen Tropfen einer konzentrierten Lösung von oxalsaurem Ammon versetzt und gekocht.

Bei Anwesenheit von Kalk stellt sich eine milchartige Trübung ein, aus deren Stärke man auf die Menge des Kalkes schließen kann.

Sind nur Spuren von Kalk im Wasser vorhanden, so tritt diese Trübung meist erst nach ein- oder zweistündigem Stehen in der Kälte oder besser im Wasserbade ein.

∞ 2. Magnesia. Die Kalkprobe filtriert man nach sechs- bis zwölfstündigem Stehen, versetzt mit einem Überschuß von Ammoniak und einem Körnchen Natriumphosphat, schüttelt und läßt in der Kälte 10 bis 12 Stunden lang absetzen. Bei Anwesenheit von Magnesia bildet sich ein Niederschlag (Magnesiumphosphat), dessen Stärke wiederum die Menge der im Wasser vorhandenen Magnesia anzeigt.

b) Quantitativ.

∞ 1. Kalk und Magnesia zusammen. Sehr brauchbare Werte für dessen Gehalt an Kalk und Magnesia liefert uns die Bestimmung der Härte eines Wassers. Ja, wir können, wenn wir die Härte des gekochten und rohen Wassers bestimmt haben, sogar Schlüsse darauf ziehen, in welcher Form diese beiden Basen (Kalk und Magnesia) in dem betreffenden Wasser sich finden.

Für die Härtebestimmung ist es von allergrößter Wichtigkeit, daß man immer mit demselben Volumen, nämlich 100 ccm, arbeitet. Da aber von dem Reagens, dessen man sich zur Härtebestimmung bedient, — einer genau eingestellten Seifenlösung, —

nie mehr als 45 ccm verbraucht werden dürfen, so muß nötigenfalls eine Verdünnung des zu untersuchenden mit destilliertem Wasser voraufgehen.

Ob eine derartige Verdünnung notwendig ist, davon überzeugt man sich durch folgenden Vorversuch: Man setzt in ein Reagenzglas zu 20 ccm des zu untersuchenden Wassers 6 ccm Seifenlösung und schüttelt um. Beim Eintreten einer Opaleszenz oder eines geringfügigen Niederschlages ist eine Verdünnung nicht notwendig. Ist dagegen der Niederschlag bedeutend, stark flockig, oder bildet sich gar auf der Oberfläche eine dicke, schäumige Haut, so muß eine Verdünnung des Wassers vorgenommen werden. Wir messen dann 75, 50 bzw. 25 ccm mit der Pipette ab und füllen in einen mit einem eingeschliffenen Glasstopfen versehenen Glaszylinder (s. Fig. 24, S. 158) über, während wir bei weichen Wässern 100 ccm abmessen.

Hat man weniger Wasser als 100 ccm nehmen müssen, so füllt man, wie gesagt, den Rest (bis 100 ccm) mit destilliertem Wasser auf. Zu diesem Zwecke ist etwa in der Mitte von jedem Glaszylinder eine Marke angebracht, die 100 ccm entspricht. Alsdann läßt man von der Seifenlösung erst mehr, dann weniger zufließen und schüttelt nach jedesmaligem Zusatz um. Es bildet sich dabei auf der Oberfläche ein Schaum, der immer langsamer verschwindet. Bleibt ein zarter, feinflockiger, etwa dem einer abgestandenen Bierblume ähnlicher Schaum fünf Minuten lang stehen, so ist die Bestimmung als beendet zu betrachten.

Man wiederholt dieselbe nun mit einer neuen Portion Wasser, indem man mit einem Schuß nahezu die vorher verbrauchte Menge Seifenlösung (s. „titrierte Normallösungen“ am Schluß) zufließen läßt und dann tropfenweise so lange, bis, wie vorher gesagt wurde, der Schaum fünf Minuten stehen bleibt.

Das Schütteln hat immer in derselben Weise zu erfolgen. Man faßt mit der linken Hand den Boden, mit der rechten den Kopf des gut verschlossenen Gefäßes und schüttelt nun stets genau zehnmal von oben nach unten.

Da die Herstellung der Seifenlösung und namentlich deren genaue Einstellung mit Schwierigkeiten verknüpft ist, möchte ich anraten, auch sie fertig von Kahlbaum oder Schering in Berlin zu beziehen.

Die Lösung hält sich namentlich dann sehr lange unverändert, wenn sie im Dunkeln aufbewahrt wird.

Die nachfolgende Tabelle gibt die den verbrauchten Kubikzentimetern Seifenlösung entsprechenden deutschen Härtegrade:

Verbrauchte Seifenlösung	Härtegrade
3,4 ccm	0,5
5,4 „	1,0
7,4 „	1,5
9,4 „	2,0
Die Differenz von 1 ccm Seifenlösung = 0,25 Härtegrade	
11,3 ccm	2,5
13,2 „	3,0
15,1 „	3,5
17,0 „	4,0
18,9 „	4,5
20,8 „	5,0
Die Differenz von 1 ccm Seifenlösung = 0,25 Härtegrade	
22,6 ccm	5,5
24,4 „	6,0
26,2 „	6,5
28,0 „	7,0
29,8 „	7,5
31,6 „	8,0
Die Differenz von 1 ccm Seifenlösung = 0,277 Härtegrade	
33,3 ccm	8,5
35,0 „	9,0
36,7 „	9,5
38,4 „	10,0
40,1 „	10,5
41,8 „	11,0
Die Differenz von 1 ccm Seifenlösung = 0,294 Härtegrade	
43,4 ccm	11,5
45,0 „	12,0

Die so erhaltenen Härtegrade nennt man die Gesamthärte.

Zur Bestimmung der bleibenden (permanenten) Härte kocht man 250 bis 500 ccm des Wassers in einer geräumigen Kochflasche (Fig. 25) mindestens eine halbe Stunde, wobei man von Zeit zu Zeit das verdampfte durch destilliertes Wasser ersetzt. Nach dem Erkalten wird das gekochte Wasser in einen 250- bzw. 500-ccm-Kolben gegossen, die Kochflasche mit destilliertem Wasser nachgespült, der Kolben bis zur Marke gefüllt, durchgeschüttelt und die Flüssigkeit durch ein trockenes Filter abfiltriert. In 20, 50 bzw. 100 ccm des Filtrats bestimmt man in der oben angegebenen Weise mittels Seifenlösung die Härte.

Aus der Differenz zwischen Gesamthärte und der permanenten Härte ergibt sich die temporäre Härte.

Während die erste die im Wasser enthaltene Gesamtmenge von Kalk und Magnesia angibt, erfährt man durch die Bestimmung der zweiten, wieviel Kalk und Magnesia an Schwefelsäure (Salpetersäure oder Chlor) gebunden ist, und durch die Bestimmung der dritten die ursprünglich als Bikarbonate gelöst gewesenen Mengen von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia.

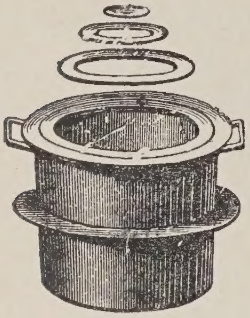


Fig. 33.
Wasserbad.
(Max Kähler & Martini, Berlin.)

Ein deutscher Härtegrad ist = 1 cg CaO oder = 1,4 cg MgO im Liter.

∞ 2. Kalk allein. 100 ccm Wasser werden zuerst mit Ammoniak bis zur deutlich alkalischen Reaktion, weiterhin mit 25 (bei sehr harten Wässern mit 50 ccm) $^{n}/_{10}$ Oxalsäurelösung versetzt. Man kocht auf und läßt den Niederschlag 2 bis 3 Stunden auf dem Wasserbade (Fig. 33 und 34), dann ebensolange in der Kälte absitzen. Hierauf filtriert man durch ein kleines Filter Marke „Schwarzband“ der Firma Schleicher & Schüll, Düren, welches vorher mit heißem Wasser gehörig angespritzt wurde, sammelt den Niederschlag quantitativ auf dem Filter und wäscht noch 6 bis 8 mal mit heißem Wasser nach. Der Niederschlag wird mit dem Filter in ein Bechergläschen gebracht, mit Salzsäure gelöst und in der Hitze mit $^{n}/_{10}$ Chamäleonlösung so lange zurücktitriert, bis die Flüssigkeit eben rot erscheint. Die verbrauchten Kubikzentimeter $^{n}/_{10}$ Chamäleonlösung geben mit 0,0028 multipliziert die Menge Kalk (CaO) in Gramm an.

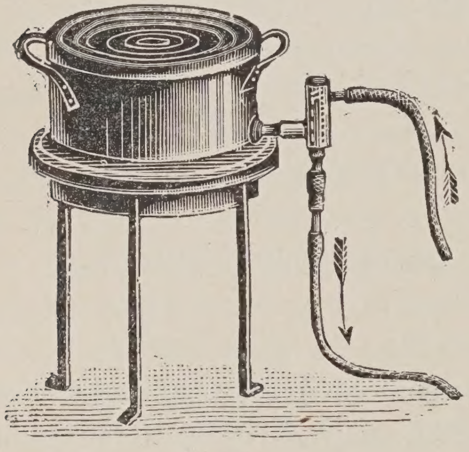


Fig. 34.
Wasserbad mit konstantem Niveau.
(Max Kähler & Martini, Berlin.)

Die Einrichtung des Wasserbades ergibt sich aus den beifolgenden Skizzen (Fig. 33 und 34) ohne weiteres. Dasselbe besteht aus einem Eisentopf, der oben durch eine Anzahl genau ineinander passender Ringe von starkem Kupferblech gedichtet bzw. so weit geöffnet werden

kann, daß die Porzellanschale etwa zu $^2/_3$ „eintaucht". — An der Außenkante verläuft ein starker Eisenring; derselbe ermöglicht die Einstellung des Wasserbades in einen Dreifuß oder in eine Ofenplatte. Sehr zu empfehlen ist überall dort, wo Wasserleitung vorhanden ist, oder wo man (etwa von einem auf einer Konsole stehenden Faß aus) einen permanenten Zufluß einrichten kann, die in Figur 34 abgebildete Form mit konstantem Niveau.

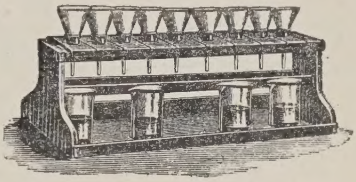


Fig. 35.
Filtrierapparat.
(Max Kähler & Martini, Berlin.)

Über das Filtrieren ist Kapitel II näheres gesagt. Die nachstehende Figur 35 veranschaulicht einen größeren Filtrierapparat, wie er von der Firma Max Kähler & Martini zweckmäßig zusammengestellt ist. Figur 36 stellt ein Faltenfilter dar, welches sich besonders zur Filtration schlecht oder schwer durchlaufender Flüssigkeiten eignet, und welches ebenfalls, wenn man es nicht selbst anfertigen will, um geringes Geld von der genannten Firma bezogen werden kann.

∞ 3. Genauer wird die Bestimmung, wenn wir die 100 ccm Wasser erst ammoniakalisch, dann essigsauer machen, den in der essigsauren Lösung in der Seite 185 geschilderten Weise mit oxalsaurem Ammon gefällten Kalk in der Wärme, dann in der Kälte absitzen lassen, den Niederschlag, wie oben beschrieben, auf ein kleines, heiß angespritztes Filter bringen und 6 bis 8 mal mit heißem Wasser auswaschen. Das Filter werfen wir hierauf in einen Porzellan- oder besser Platintiegel (Fig. 37), wischen den Rand des Trichters, sowie den Gummiwischer gründlich mit Filtrierpapier ab und werfen beide zu dem Filter in den Tiegel, den man nun so lange vorsichtig glüht, bis alle Kohle verbrannt ist.

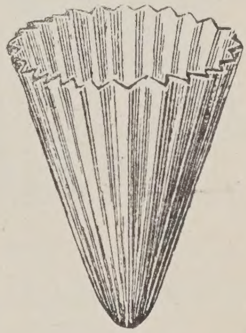


Fig. 36.
Faltenfilter.
(Max Kähler & Martini, Berlin.)

Den teilweise kaustisch gewordenen Kalk spült man vorsichtig in ein kleines Kochkölbchen über, versetzt ihn mit 10 ccm $^n/_1$ HCl und erwärmt ihn, bis der Niederschlag gelöst und alle CO_2 ausgetrieben ist. Nachdem wir die Flüssigkeit mit einigen Tropfen neutraler Rosolsäure versetzt haben, titrieren wir schließlich den nicht gesättigten Teil der $^n/_1$ HCl mit $^n/_1$ KOH- oder NaOH-lauge zurück.

Zieht man die zur Neutralisierung der Flüssigkeit verbrauchten Kubikzentimeter $^n/_1$ NaOHlauge von den zugesetzten Kubik-

zentimetern $^{n}/_{1}$ HCl ab, so bekommt man die Anzahl der durch den Kalk gesättigten Kubikzentimeter, deren jeder 28 mg (0,028 g) CaO oder 51,66 mg Ca_3 $(PO_4)_2$ entspricht.

∞ 4. Haben wir die in einem Wasser vorhandene organische Substanz in der später geschilderten Weise quantitativ bestimmt, so können wir den Kalk titrimetrisch auch folgendermaßen nachweisen: Wir versetzen eine zweite Portion von 100 ccm des betreffenden Wassers, wie unter 2 angegeben (aber ohne Ammoniakzusatz), mit 25 bzw. 50 ccm $^{n}/_{10}$ Oxalsäure, kochen auf und lassen zunächst im Wasserbade, dann in der Kälte absitzen. Nach vollständigem Erkalten filtrieren wir durch ein mit heißem Wasser angespritztes Filter in einen trockenen, sauberen Erlenmeyerkolben (Fig. 26b), waschen 8 bis 10mal mit heißem Wasser nach und titrieren in dem Filtrat den Überschuß an Oxalsäure mit $^{n}/_{10}$ Chamäleonlösung unter Erhitzen zurück, bis die Flüssigkeit schwach rot erscheint, und diese Rotfärbung 30 Sekunden anhält.

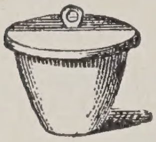


Fig. 37.
Porzellantiegel.
(Max Kähler & Martini, Berlin.)

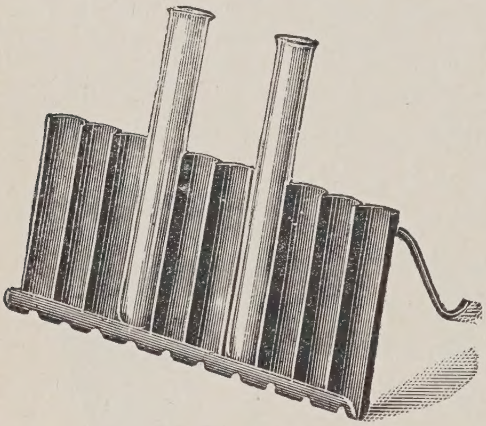


Fig. 38.
Reagenzröhrchenstativ für Kalkbestimmungen.
(Max Kähler & Martini, Berlin.)

Von den verbrauchten Kubikzentimetern Chamäleonlösung ziehen wir zunächst diejenigen ab, welche für die Bestimmung der organischen Substanz in dem filtrierten Wasser nötig waren. Den Rest subtrahieren wir von der zugesetzten Menge Oxalsäure. Diese ergibt mit 0,0028 multipliziert die Menge des vorhandenen Kalkes (CaO).

Beispiel: Zugesetzt zu 100 ccm Wasser 50,00 ccm $^{n}/_{10}$ Oxalsäure
30,20
19,80

Zurücktitriert	38,6 ccm $^{n}/_{10}$	Chamäleonlösung
Für die organische Substanz wurden gebraucht im filtrierten Wasser	8,4 „ $^{n}/_{10}$	„
	30,2 ccm $^{n}/_{10}$	„

19,8 ccm $^{n}/_{10}$ Oxalsäure = 0,055 % CaO oder 0,55 g CaO im Liter.

Diese Methode, die ebenso wie 2 und 3 auf einem von J. Koenig leider sehr ungenau angegebenen Verfahren basiert, liefert bei Befolgung der von N. Zuntz empfohlenen Kautelen nach den vergleichenden Untersuchungen von Cronheim immerhin brauchbare Werte. Bei Wässern, die sehr reich an organischer Substanz sind, möchte ich indessen raten, lieber 3 anzuwenden.

∞ 5. Den Kalkgehalt eines Wassers bestimmt M. Marsson bequem auf folgende Weise, die allerdings, selbst dem Geübten, nur grobe Annäherungswerte liefert, für Orientierungszwecke aber immerhin ausreichen dürfte:

Zunächst stellt man sich eine Normallösung von Kalk her, indem man 0,277 g Chlorcalcium in 1 Liter destillierten Wassers löst, — dieselbe enthält 170 mg CaO. — (s. „Käufliche Normallösungen" am Schluß).

Sowohl von dieser Normallösung, wie auch von dem zu untersuchenden Wasser werden gleiche Mengen (25 ccm) in gleich weite Reagenzröhren gebracht (Fig. 7), mit je 8 bis 10 Tropfen einer Lösung von oxalsaurem Ammon versetzt und die beim Aufkochen sich bildenden Niederschläge miteinander verglichen.

Ist der Niederschlag in dem zu untersuchenden Wasser stärker als in der Kontrollösung, so verdünnen wir ersteres, andernfalls müssen wir letztere so lange mit destilliertem Wasser versetzen, bis die beiden Niederschläge übereinstimmen.

∞ 6. Gewichtsanalytisch. Das für die gewichtsanalytische Bestimmung des Kalkes zu verwendende Quantum Wasser muß erst von Eisen und Tonerde befreit werden. Es würden nämlich andernfalls diese beiden Stoffe zugleich mit dem Kalk ausfallen und die Bestimmung ungenau machen.

100 ccm des zu untersuchenden Wassers werden bis zur deutlichen alkalischen Reaktion mit Ammoniak, sowie mit einigen Körnchen von chlorsaurem Kali versetzt und so lange zum Kochen erhitzt, bis der Ammoniakgeruch verschwunden ist. Der Niederschlag wird auf einem Filter (Marke „Schwarzband") gesammelt, 6 bis 8mal mit heißem Wasser ausgewaschen ev. in dem vorher gewogenen Platintiegel verascht, geglüht und nach dem Erkalten als Eisenoxyd + Tonerde gewogen.

Das Filtrat wird, mit 10 ccm Essigsäure angesäuert, unter Kochen so lange mit einer konzentrierten Lösung von oxalsaurem Ammon versetzt, bis nichts mehr ausfällt. Man erhält noch

einige Zeit bei kleiner Flamme im Kochen, läßt im Wasserbade, endlich in der Kälte absitzen, filtriert, wie Kapitel II näher beschrieben, nach 10 bis 12 Stunden durch ein mit heißem Wasser angespritztes Filter (Marke „Schwarzband“) (die etwa trübe, milchig durchlaufende Flüssigkeit ist so lange auf das Filter zurückzugeben, bis das Filtrat klar bleibt), wäscht den Niederschlag auf dem Filter 6 bis 8mal mit heißem Wasser aus, wischt Trichter und Gummiwischer mit Filtrierpapier ab, wirft alles in einen vorher gewogenen Platintiegel, verascht, glüht — zuletzt 10 Minuten im Gebläse —, läßt im Exsikkator (Fig. 39) erkalten und wägt. Die gefundenen Mengen sind CaO.

Für alle die Fälle, in denen Gas- und Wasserleitung fehlen, möchte ich die von der Firma Paul Altmann-Berlin zu beziehenden Benzinbrenner mit Gebläsevorrichtung empfehlen.

Fig. 39.
Exsikkator.
(Paul Altmann, Berlin.)

Über die Einrichtung der chemischen Wage, die für derartige Wägungen unerläßlich ist, und die Handhabung derselben siehe Näheres Kapitel III, über den Exsikkator weiter hinten.

Magnesia allein.

Wenn wir in einem Wasser Kalk und Magnesia zusammen mit der Seifenlösung und den Kalk für sich nach einer der voraufgehenden Methoden bestimmt haben, so ist ein besonderer Nachweis der Magnesia für sich wirklich unnötig, weil derselbe schon durch die Kenntnis der Härte gegeben ist. — Wir können alsdann getrost die Differenz zwischen den Härtegraden und der Kalkbestimmung durch Division mit 1,4 als Zentigramme MgO im Liter berechnen. Beispiel gefunden: 14,2 deutsche Härtegrade und 7,6 cg CaO im Liter, so wäre der Rest (= 6,6 deutschen Härtegraden) = 4,7 cg MgO. Die direkte Analyse der Magnesia wird uns in diesem Falle 4,6 oder 4,9 cg MgO liefern.

Trotzdem gebe ich hier die quantitativen Bestimmungsmethoden wieder, weil sie unter Umständen doch gebraucht werden können:

∞ 7. Titrimetrisch. Nach Neubauer. Das Filtrat vom Kalk wird, nachdem es, mit überschüssigen Mengen Ammoniak versetzt, 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur im verdeckten Bechergläschen gestanden hat, filtriert und das Filtrat mit ammoniakhaltigem Wasser ($2\frac{1}{2}$ prozentig) 6 bis 8 mal ausgewaschen. Hierauf stößt man das Filter mit dem Glasstab durch, spritzt den Niederschlag mit kaltem, destilliertem Wasser in ein Becher-

glas, löst ihn in Essigsäure und bestimmt in der so erhaltenen Flüssigkeit die Phosphorsäure nach der Uranmethode (s. S. 195). Die gefundene Menge Phosphorsäure gibt, mit 0,563 multipliziert, die entsprechende Menge Magnesia (MgO) an.

∞ 8. Nach Stolba. Aus mindestens 100 ccm Wasser fällt man den Kalk unter Zusatz von Chlorammonium mit oxalsaurem Ammon vollkommen aus, setzt sofort reichlich Ammoniak zu, filtriert die Flüssigkeit nach 12stündigem Stehen in der Kälte durch ein aschefreies Filter ab und wäscht den Niederschlag durch ammoniakhaltiges Wasser chlorfrei. Darauf wird der Niederschlag so oft mit Weingeist ausgewaschen, bis durch das Filtrat neutrale Rosolsäure nicht mehr verändert wird. Man bringt das Filter mit dem Niederschlag in das Becherglas zurück, fügt so viel Rosolsäure und $^{n}/_{10}$ Salzsäure zu, daß die Flüssigkeit auch nach längerem Erwärmen des bedeckten Becherglases auf dem Wasserbade bzw. dem Asbestdrahtnetz (bei kleiner Flamme) gelb bleibt und titriert dann mit $^{n}/_{10}$ NaOH lauge bis eben zum Eintritt der Rötung zurück.

Von der Anzahl Kubikzentimeter Säure, welche man zugesetzt hatte, zieht man die Anzahl Kubikzentimeter der zum Zurücktitrieren verwendeten Lauge ab. Jeder Kubikzentimeter des Restes zeigt 2 mg = (0,002 g) MgO an.

Natürlich werden wir nur dort, wo reichlich Magnesia im Wasser vorhanden ist, uns mit so geringen Mengen (100 bis 300 ccm) begnügen dürfen. Meist werden wir jedoch genötigt sein, ganz beträchtliche Quantitäten (1 bis 2 l) in der Porzellanschale bis auf ca. 80 ccm einzudampfen, in das Becherglas überzuspülen und weiter, wie oben angegeben, zu behandeln, wenn uns die titrimetrische Methode nicht ungenaue Werte liefern soll.

∞ 9. Gewichtsanalytisch. Das Filtrat von der Kalkbestimmung wird, nachdem es mit Ammoniak stark übersättigt und mit einigen Tropfen einer konzentrierten Lösung von phosphorsaurem Natrium versetzt ist, mit einem Uhrschälchen verdeckt 12 bis 24 Stunden bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Man filtriert durch ein quantitatives Filter (Marke „Schwarzband“), wäscht den Niederschlag gehörig (6 bis 8 mal) mit ($2^{1}/_{2}$prozentigem) ammoniakalischem, destilliertem Wasser aus, bringt das Filter mit dem Niederschlag in den vorher gewogenen Platintiegel, verascht, glüht über freier Flamme (nicht im Gebläse), läßt im Exsikkator erkalten und wägt.

Die gefundenen Mengen ergeben, mit 0,363 multipliziert, die Magnesia MgO.

∞ 10. 100 bis 200 ccm Wasser macht man mit Ammoniak stark alkalisch, versetzt sie mit einigen Tropfen einer konzentrierten Lösung von Natriumphosphat, weiterhin mit 100 ccm der im folgenden (S. 202) angegebenen Märckerschen Zitratlösung und läßt sie entweder 24 Stunden lang gut verdeckt in der Kälte (bzw. bei Zimmertemperatur) stehen oder rührt, wie Seite 203 angegeben, $^1/_2$ Stunde lang aus. Darauf filtriert man, wäscht den Niederschlag mit ammoniakalischem Wasser und verfährt weiter, wie sub 9. Die Berechnung ist dieselbe.

Die phosphorsaure Ammon-Magnesia bildet einen deutlich kristallinischen Niederschlag, dessen letzte Reste und Spuren man nur schwer auf das Filter bekommt. Man tut daher gut, den Gummiwischer schließlich mit feinstem, schwedischem Filtrierpapier zu umhüllen und durch dasselbe zugleich mit den letzten Tropfen der Flüssigkeit diese Reste des kristallinischen Niederschlages aufsaugen zu lassen. Das Papier kommt aufs Filter, und der Gummiwischer wird gehörig mit ammoniakalischem Wasser abgespritzt.

Ein weiterer Übelstand ist der, daß die phosphorsaure Ammon-Magnesia äußerst schwer und langsam verascht. Wir können dieses Veraschen aber wesentlich beschleunigen, wenn wir eine nur kleine Flamme nehmen und diese von Zeit zu Zeit für einige Sekunden unter dem Tiegel wegziehen. Die veraschte bzw. gut geglühte Substanz (pyrophosphorsaure Magnesia) bleibt immer grau.

Über die Wichtigkeit des Kalkes und die vielfachen Funktionen, welche er im Haushalte der Gewässer zu erfüllen hat, ist das Nähere bereits im voraufstehenden gesagt worden, und soll Weiteres noch bei der Untersuchung des Bodens erwähnt werden; trotzdem glaube ich die wesentlichsten Punkte hier kurz wiederholen zu müssen:

Die Untersuchungen von Weith hatten ergeben, daß unter den schweizerischen Seen diejenigen allemal auch die fischreichsten sind, deren Wasser die größten Mengen von gelöstem, kohlensaurem Kalk enthält. Diese Angaben sind durch die neueren Untersuchungen von Seligo, Ramann, Tacke u. a., besonders aber die teichwirtschaftliche Praxis in ihrem ganzen Umfange bestätigt worden. (J. Šusta, v. Snieszko, Vogel.) Tatsächlich ist der Kalk als eins der wichtigsten Meliorationsmittel des Wassers zu betrachten, so zwar, daß dort, wo er vollständig fehlt, wie in den Hochmoortümpeln usw., trotz der reichlichen Mengen von organischer Substanz der Stoffkreislauf bereits in der Wurzel stockt, das Wasser als **tot** im vollsten Sinne des Wortes anzusprechen ist.

Die günstigen Wirkungen des Kalkes auf die Produktivität eines Wassers an höheren Pflanzen und Tieren seien hier durch einige Abbildungen illustriert:

Figur 40 stellt einen Wasserkulturversuch mit zweizeiliger Gerste im Anfangsstadium dar. Ganz analog versuchte Stohmann, Maispflanzen ohne und mit **0,1 g** CaO zu ziehen. Erstere produzierte nur 0,3, letztere dagegen **84 g** Trockensubstanz.

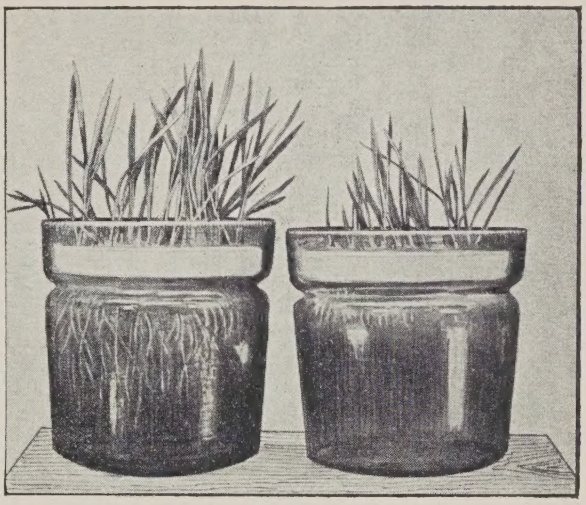


Fig. 40.
Entwickelung von zweizeiliger Gerste.
Im Gipswasser. Ohne Kalk.
Nach A. Orth.

Figur 41 zeigt eine Fülle von Teichschnecken auf dem Grunde eines abgelassenen, kalkreichen Teiches.

Den Muschel- usw. Reichtum eines Baches in Abhängigkeit von dem Kalkgehalte illustiert Figur 42. Während der ausgesprochen kalkarme Hauptgraben vor der Einmündung des aus einem phosphorsäurereichen Wiesenkalklager kommenden Seitenarmes so gut wie keine Muscheln (Unio, Anodonta) und Schnecken enthält, und diese gemäß den Beobachtungen von Clessin, Borcherding u. a. hochgradig dünnschalig sind, ist der Grund unterhalb — aber auch nur im Bereich des kalkhaltigen Wassers — mit äußerst dickschaligen, fetten Muscheln und Schnecken wie abgepflastert. Dazwischen und daneben finden sich, an Steinen und Wurzeln hängend, förmliche Zöpfe von grasgrünen Fadenalgen, besonders Spirogyren, während kleinere Algen und Diatomeen die Steine inkrustieren. — Diese Pflanzen fehlen oberhalb vollständig.

Fig. 41.
Teichschnecken auf dem Grunde eines abgelassenen Teiches.
Nach E. Walter.

Weiter unten in den ruhigeren Tümpeln folgen submerse Wasserpflanzen, Insektenlarven und Krustazeen. — Bemerkenswert ist die Wucherung der Weidenwurzeln und die starke Entwickelung der Grasnarbe, vornehmlich von Leguminosen,

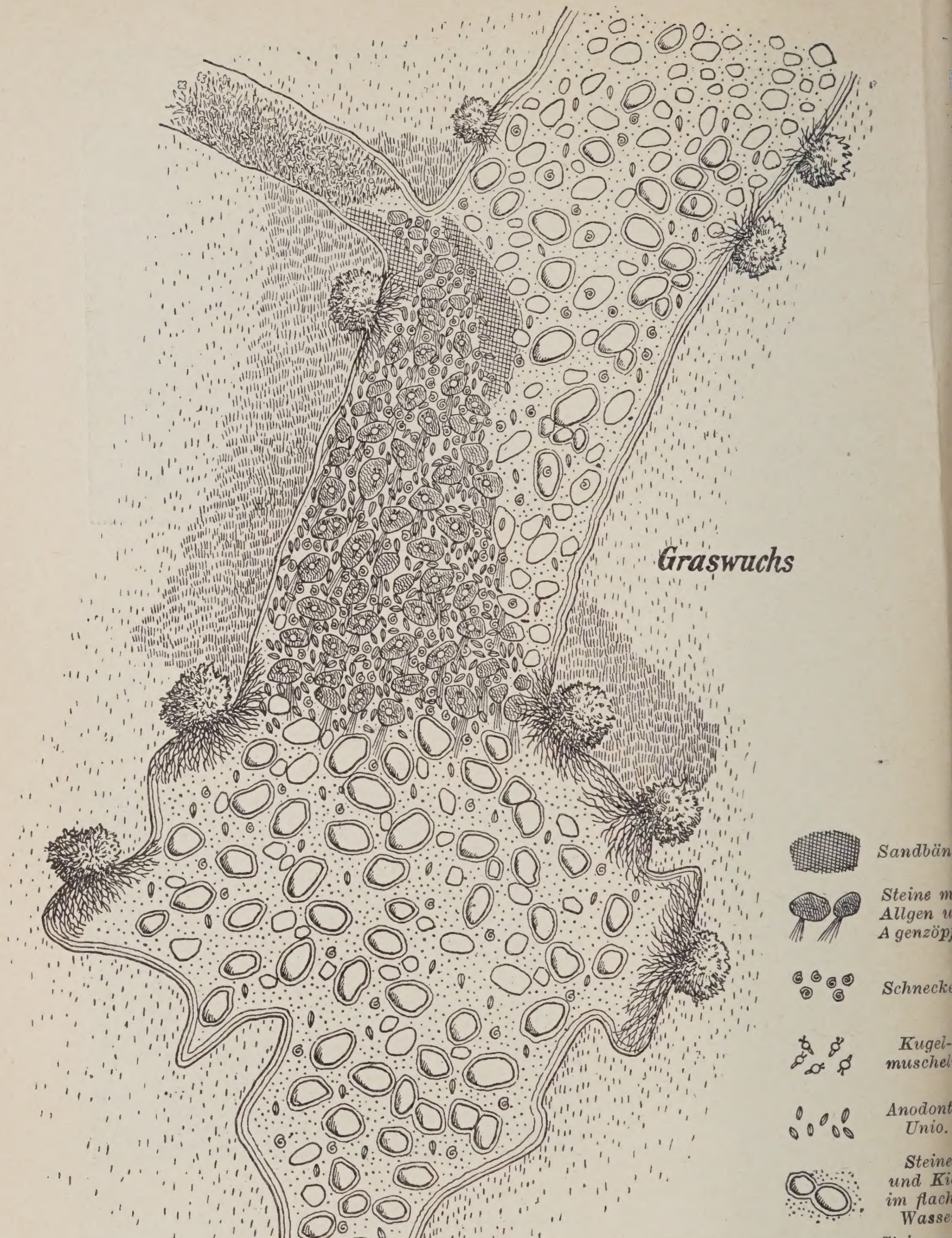


Fig. 42.

Einfluß des Kalkgehaltes des Wassers auf die Entwickelung von Organismen.

unter dem Einfluß des kalkhaltigen Wassers. (Über das Aufsteigen derselben im Boden s. S. 28.) — Der Kuriosität halber sei erwähnt, daß gerade in diesem Graben häufig Perlen in den Muscheln gefunden werden. Da nach Dubois diese Perlen die Produkte von Distomen sind, müssen letztere in dem Wasser ebenfalls günstige Lebensbedingungen finden.

Ganz abgesehen von der gewichtigen Rolle beim Aufbau des Knochengerüstes, hat der Kalk folgende Funktionen auch im flüssigen Elemente zu erfüllen:

a) Schädliche Bestandteile, wie die Humus-, Gerb-, Schwefel-, Kohlen-, vor allem auch die für den tierischen wie pflanzlichen Körper im großen ganzen gleich schädliche Oxalsäure,[1] zu binden und dadurch auszuschalten.

Über die Entstehung des in größeren oder geringeren Mengen vielfach im See-(Teich-)grunde vorkommenden Erdöles ist das Nähere bereits Seite 41 gesagt worden. — Nehmen wir einmal an, daß im Laufe eines Sommers in einem fischleeren, guten Gewässer:

verschiedene Generationen von Diatomeen . . .	= 1000 g org. Subst. mit 30 % Fett =	300 g Öl
verschiedene Generationen von Algen, Krustern usw.	= 4000 g org. Subst. mit 12 % Fett =	480 g Öl
eine Generation v. Wasserblütenalgen	= 5000 g org. Subst. mit 20 % Fett =	1000 g Öl
	in Summa =	1780 g Öl

auf den Kubikmeter produziert hätten (das sind natürlich Höchsterträge), so würden diese Tranmassen überreichlich genügen, um

α) infolge ihrer antifermentativen Eigenschaften den Untergrund vollkommen steril zu machen[2] und

β) bei ihrer großen Neigung zur Bildung von Fettsäuren (unter bakteriellem Einfluß) auch das pflanzliche und tierische Leben empfindlich zu schädigen.

---

[1]) W. Caspari, „Chronische Oxalsäurevergiftung", Inauguraldissertation, Berlin 1895. Übrigens dürfte, gleichwie in den Mägen der Wiederkäuer, so auch im Wasser ein Teil der Oxalsäure durch Mikroben zerstört werden. (S. Kellner, Landw. Versuchsst., Bd. 25, S. 460, N. Zuntz, „Landw. Jahrb.", 27. Jahrg., Ergänzbd. S. 471).

[2]) Dafert a. a. O., S. 150, s. a. Kupzis, Ztschr. f. Fisch. 1902, 3/4, S. 165; so hindern die Fette nicht nur die regulären Um-, sondern auch so intensive Zersetzungen, wie die Methangärung, namentlich dort, wo sie in nicht emulgiertem, rohem Zustande auftreten (s. Kellner,

Emulgierung, Verseifung der Fette unter Bildung von unlöslichen Seifen und Glyzerin ist daher eine sehr wichtige Aufgabe der Kalk- bzw. Magnesiumsalze. Andererseits darf aber nicht übersehen werden, daß nach Kupzis die Löslichkeit der so schädlichen Naphthasäuren durch Calcium- und Magnesiumkarbonate erhöht wird.

b) Die Entwickelung der guten Gruppe von Bakterien und Fermenten, als deren wichtigste wir die nitrifizierenden Spaltpilze betrachten, zu fördern, d. h. die Umsetzung der organischen Substanz in reguläre Bahnen zu leiten, weiterhin aber auch die von jenen winzigen Organismen aus der letzteren gebildete Salpetersäure — soweit dieselbe von der Mikroflora (und -fauna) nicht sofort verarbeitet wird — zu binden, als Vorrat aufzustapeln.

c) Die als Nährmaterial für die denitrifizierenden Bakterien so unerwünschte Pentosane zu zerstören und gleichzeitig die Methanbildung aus der Zellulose zu beschleunigen.

d) Die Bildung sowohl der Zelle als ganz besonders des Chlorophylls zu befördern.

Wie Seite 107 bereits ausdrücklich betont wurde, müssen wir aus naheliegenden Gründen darauf achten, daß unser Wasser nicht sauer, sondern alkalisch reagiert, weil einzig in einem derartigen Medium die „Selbstreinigung" in unserem Sinne, d. h. der Stoffkreislauf von der organischen Substanz und den Mineralbestandteilen an bis hinauf zu den Fischen, mit Hilfe von Bakterien, Fermenten, Pflanzen und niederen Tieren regelrecht vor sich gehen wird. Diese alkalische Reaktion des Wassers erzielen wir am besten durch Kalk.

Besonders in Wald- und ähnlichen Teichen ergibt die Analyse gar nicht selten beträchtliche Quantitäten von agiler organischer Substanz, auch Phosphorsäure, Kali usw., aber kaum nachweisbare Spuren von Kalk. Solche Gewässer pflegen einmal auffallend geringe, jedenfalls Erträge zu bringen, welche mit ihrem verhältnismäßig großen Nährstoffreichtum durchaus nicht im Einklange stehen, hauptsächlich aber wuchern in ihnen die Saprolegnia, Achlya, Egel, Pocken neben einer ganzen Anzahl anderer tierischer und pflanzlicher Krankheitserreger. Kein Wunder! Zum regulären Aufbau des Körpers gehört der Kalk ebensogut wie die Phosphorsäure, das Eiweiß u. a. m. Wo er fehlt, werden sich immer Schwächungen und dadurch Angriffspunkte für die Schädlinge ergeben, deren Wucherung wieder der Kalkmangel begünstigt.[1])

„D. Ern. d. landw. Nutzt.", Berlin 1906, S. 86). Über ihre Beseitigung in Effluvien s. M. Hoffmann-Berlin, „Ein neues Klärverfahren z. Reinigung v. städt. Abwäss. mit gleichz. Gew. u. Verwert. d. darin enthalt. Fettes", Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1904, 15. S. 104 ff.

[1]) So behauptet Stahl, daß in den Pflanzenzellen enthaltene Kalkkristalle die Pflanzen gegen den Fraß durch Raupen und

Je größer der Kalkreichtum, desto intensiver wird natürlich — gleiche Verhältnisse vorausgesetzt — die Umsetzung (Nitrifikation)[1]) der organischen Massen sein, daher die oft rapide Erschöpfung namentlich der Weiher in Sandgegenden nach starken Kalkungen oder nach der Berieselung mit stark kalkhaltigem Wasser. Trotz aller Redereien von seiten gewisser Praktiker macht der Kalk unter Umständen eben reiche Eltern, aber arme Söhne.[2]) Über die Herabsetzung der Aërobie gewisser Bakterien und Pilze durch den Kalk (s. Schikora) ist näheres bereits Seite 164, Fußnote, gesagt worden.

Ferner sei hier darauf hingewiesen, daß diese Substanz auch ein vorzügliches Desinfiziens für die Gewässer, namentlich in Verbindung mit den Kalisalzen, abgibt. Früher hat man die desinfizierenden Wirkungen des Kalkes vielfach ebensosehr überschätzt, wie die schädigenden Wirkungen diverser mit großen Kalkmengen arbeitender Abwässerreinigungsverfahren, doch ist diese Frage absolut noch nicht als abgeschlossen zu betrachten, sondern eine Fortsetzung der Untersuchungen dringend erwünscht.

Schließlich sei noch besonders betont, daß vielfach unter der Teich- und Seesohle, mitunter unter einer sehr dünnen Schicht von allerhand angeschwemmtem Material, mächtige Flötze des besten Diatomeenmergels liegen. Insbesondere in unseren norddeutschen Flachlandseen und den vielfach an ihre Stelle getretenen Teichanlagen dürfte das fast durchweg der Fall sein. Diesen Wiesenkalk zu heben und für das Wasser selbst, wie für die angrenzenden Ländereien nutzbar zu machen, sollte man sich ernstlich angelegen sein lassen (s. Kap. II, Vorwort).

Ähnlich wie bei der Phosphorsäure vermutet Brandt-Kiel auch eine Aufschließung (Löslichmachung) von Calciumverbindungen unter bakteriellem Einfluß. In einem Teiche bei Drahomischl, ferner im Bobr und der Olsa bei Teschen beobachte ich nun — obwohl Humussäuren usw. fehlen, auch die Kohlensäurezahlen sehr niedrige sind — eine rapide Lösung der massenhaft am Grunde liegenden Lymnäenschalen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte Massenwucherungen von einem typischen Spaltpilz, ein Faktum, auf

---

Schnecken, das Eindringen von Würmern und Pilzen schützen sollen. Endlich scheinen sich bei ungenügender Kalkzufuhr im Organismus die Entwickelung störende, schädliche Gifte zu bilden (s. A. Küster, „Kälken des Ackers“, 3. Aufl., Neudamm 1899, S. 12—13, s. a. den „Fall Sprottau“, Fischerei-Zeitung 1899, S. 14).

[1]) Wagner, „Die Stickstoffdüngung der landw. Kulturpflanzen“ Berlin 1892, S. 216 ff., E. Wollny, „Neuere Forschung. a. d. Geb der physik., chem. u. bakteriol. Vorgäng. i. Bod.“, Arb. d. Deutsch. Landw.-Gesellsch., Heft 36, 1898, S. 71 ff., Riecke, „Üb. d. neuest. Ergebn. d. Agrikulturbakt.“, Wien. Landw. Zeit. 1906, S. 146 u. a. m.

[2]) s. Paul Vogel, „Ausführliches Lehrbuch d. Teichwirtschaft“, Bautzen 1905, III, S. 373 ff.

welches ich die Aufmerksamkeit unserer Bakteriologen hierdurch lenken möchte.

Im allgemeinen wird dort, wo es sich um die von a bis d genannten Fälle handelt, dem kohlensauren ebenso der Vorzug gebühren, wie bei allen auf eine Desinfektion abzielenden Maßnahmen dem Ätzkalk. — Da in allen gut gedüngten, pflanzen- und tierreichen Wässern sich stets reichlich Schwefelsäure (bei der Zersetzung des Eiweiß) bildet, brauchen wir an eine Zufuhr von Gips wohl kaum bzw. nur selten zu denken, trotzdem sind mit Gipsgaben in Teichen mitunter schon recht gute Resultate erzielt worden.

Welche Rolle die Magnesiumsalze im pflanzlichen wie tierischen Körper spielen, darüber sind sich die Gelehrten wie die Praktiker selbst in der so weit vorgeschrittenen Landwirtschaft durchaus noch nicht klar, um so mehr tappen wir natürlich in der Hydrobiologie im Dunkeln. Die Analysen von v. Wolff, J. Koenig u. a. zeigen uns, daß sich Magnesiumverbindungen in allen pflanzlichen und tierischen Aschen oft in recht beträchtlicher Menge vorfinden,[1]) trotzdem gehören sie nach neueren Untersuchungen — als für unsere Fälle wichtig erwähne ich die von Molisch, Bokorny u. a. — für viele Organismen nicht zu den unerläßlichen Nährstoffen, können vielmehr durch die entsprechenden Kalkverbindungen ersetzt werden. Ob sie umgekehrt die letzteren zu vertreten vermögen, wie viele, namentlich von den älteren Forschern, es wollen, ist freilich sehr die Frage. — Nach Schloesing, Fittbogen, Baumgardt u. a. ähnelt die Magnesia in bezug auf die Aufschließung usw. der Nährstoffe sehr stark dem Kalk. — Nach Gerlach vermittelt die Magnesia analog dem Kalk die Absorption der wasserlöslichen P_2O_5 und verhindert so wie jener die Bildung von schwer löslichen Eisenphosphaten. — Schneidewind bezeichnet den Magnesiasalpeter als eine ausgezeichnete Stickstoffnahrung für die Pflanze. — Nach Wolff und Loew unterstützt die Gegenwart von Magnesia die physiologische Wirkung des Kalkes in der Pflanzenzelle (Ausbildung des Blattgrüns, Transport der Stärke nach den Ablagerungsstätten u. a. m. [s. a. S. 152]) ganz beträchtlich,[2]) doch scheint die Stichhaltigkeit dieser Annahme durchaus noch nicht sicher erwiesen zu sein,[3]) es mehren sich vielmehr die Stimmen, welche diese Hypothese von Loew auf Grund eingehender Versuche bekämpfen.[4]) — Magnesiumphosphat und -silikat sind so schwer wasserlöslich, daß sie für unsere Zwecke kaum in Betracht kommen; ganz unlöslich ist die Magnesiumseife, daher die geringe Schädlichkeit des

---

[1]) „Landwirtsch. Kalender“ von O. Mentzel und A. v. Lengerke, Berlin, I. T.

[2]) A. Küster, a. a. O., S. 13, O. Loew, Landw. Jahrbücher, 1902, Bd. 31, S. 561 ff.

[3]) Mitscherlich, „Bodenkunde“, Berlin 1905, S. 249.

[4]) D. Meyer, Landw. Jahrb., 33. Bd., 1904, Heft 3, S. 371.

Seifenwassers in harten Wässern im Gegensatz zu weichen. — Gleich dem Chlorkalk ist auch die -magnesia, und zwar in einer Konzentration von über 1,5 Magnesiumsulphat in einer solchen von über 3 pro Mille, für den Organismus schädlich.[1]) — Nach Stiehr reagieren verschiedene Pflanzen ganz abweichend auf die Giftwirkung der Magnesiumsalze,[2]) wie ja überhaupt unsere Pflanzen und Tiere gegen die Gifte sich verschieden widerstandsfähig zeigen.[3])

V. Phosphorsäure.

∞ a) Qualitativ. Ein mit Salpetersäure angesäuertes Quantum von etwa 10 bis 20 ccm des zu prüfenden Wassers versetzt man im Reagenzglas mit 3 bis 5 ccm von molybdänsaurer Ammonlösung nach Fresenius (s. „Reagenzien" am Schluß) und erhitzt annähernd zum Sieden. Vorhandene Phosphorsäure kennzeichnet sich durch zitronengelbe Färbung bzw. durch einen ebensolchen Niederschlag.

Die Reaktion ist äußerst fein, und es entsteht häufig selbst dann schon ein relativ beträchtlicher Niederschlag, wenn nur mehr Spuren von Phosphorsäure im Wasser enthalten sind.

Die eben beschriebene qualitative Methode dürfte für die Bestimmung der P_2O_5 im Wasser fast immer ausreichen, weil sich in demselben, mit Ausnahme desjenigen der Dorf- und gut gedüngten Teiche, kaum mehr als Spuren finden werden, trotzdem gebe ich im nachfolgenden die quantitative Analyse wieder.

∞ b) Quantitativ. Titrimetrisch. 1. Man dampft eine größere Menge Wasser (1 bis 2 bis 5 Liter) zunächst über freier Flamme (gewöhnliches Drahtnetz), weiter im Wasserbade (Fig. 33 und 34) in einer geräumigen Porzellanschale unter Zusatz von 5 bis 6 ccm Essigsäure auf etwa 50 ccm ein, spült den Niederschlag in ein Becherglas über und wäscht die Schale mehrere Male mit destilliertem Wasser unter Essigsäurezusatz so aus, daß die Gesamtmenge der Flüssigkeit nicht über 100 ccm beträgt. Diese Flüssigkeit versetzt man mit 10 ccm einer Lösung von essigsaurem Ammon oder Natrium und nach Salkowski[4]) zur

---

[1]) Mitscherlich, a. a. O. S. 274/275.

[2]) „Über das Verhalten der Wurzelhärchen gegen Lösungen", Inaug.-Dissert., Kiel 1903. D. Meyer und Ulbricht, Biedermanns Centralbl. f. Agrikulturchem. 1905, I, S. 21 ff.

[3]) W. Maxwell, Landw. Vers.-Stationen, Bd. L, S. 325 ff.

[4]) E. Salkowski, „Praktikum der physiologischen und pathologischen Chemie", Berlin 1893, Aug. Hirschwald, S. 250/252.

Kenntlichmachung der Endreaktion (die indessen nicht immer deutlich ausfällt) mit einigen Tropfen Cochenilletinktur, erhitzt im Wasserbade bzw. auf dem Asbestdrahtnetz bis fast zum Sieden und läßt darauf zu der nahezu siedend heißen Flüssigkeit unter tüchtigem Umrühren mit einem Glasstab so lange Urannitratlösung zufließen, bis die Flüssigkeit anfängt, sich grün zu färben. Um die Reaktion noch besser und sicherer zu konstatieren, bringt man eine Anzahl Tropfen Ferrocyankaliumlösung reihenweise auf eine weiße Porzellanplatte und mit einem dieser Tropfen einen Tropfen der austitrierten Flüssigkeit zum Zusammenfließen; tritt nunmehr eine deutliche Grünfärbung ein, so ist die Endreaktion erreicht.

1 ccm der Uranlösung ist = 5 mg (0,005 g) P_2O_5.

∞ 2. Genauer werden die Resultate nach Neubauer, wenn man die Phosphorsäure aus der Flüssigkeit mit „Magnesiamixtur“ ausfällt, einige Zeit lang stehen läßt, den Niederschlag mit ammoniakalischem Wasser (1 Volumen Ammoniak: 3 Volumen Wasser) 6 bis 8 mal auswäscht, in Essigsäure löst, die Lösung auf etwa 50 ccm bringt und unter Zusatz von 10 ccm essigsaurem Ammon, sowie von Cochenilletinktur ganz wie oben in der Hitze mit Urannitrat austitriert.

Magnesiamixtur. 55 g kristallisiertes Chlormagnesium und 105 g Chlorammonium werden in 1 l $2^1/_2$ prozentiger Ammoniakflüssigkeit (oder 650 ccm Wasser und 350 ccm käuflichem 25 prozentigen Ammoniak) gelöst.

Lösung von essigsaurem Ammon oder essigsaurem Natrium. 100 g reines, essigsaures Ammon und 100 ccm konz. Essigsäure (Acid. acet. dilut. Ph. Germ. III) oder 100 g reines Natriumazetat und 100 ccm konzentrierte Essigsäure werden mit Wasser auf 1 l gebracht.

Urannitratlösung. 35 bis 36 g Urannitrat löst man in 1 l destillierten Wassers und setzt zur Abstumpfung der meist vorhandenen geringen Menge freier Salpetersäure etwa $^1/_{10}$ der Salzmenge, also 3,5 bis 4,5 g Ammoniumazetat zu (s. „Titrierte Normallösungen“ am Schluß).

Ferrocyankaliumlösung. Es werden 25 g Ferrocyankalium in 250 ccm Wasser gelöst. Die Lösung, die nur schwach gelb sein darf, wird im Dunkeln aufbewahrt. Diese Ferrocyankaliumlösung muß tunlichst häufig, nämlich alle 14 bis 20 Tage, frisch bereitet werden, da die Reaktion bei längerem Aufbewahren der Lösung an Schärfe verliert.

∞ 3. Nach Neumann.[1]) Eine größere Portion Wasser wird,

---

[1]) Verhandlungen der Physiolog. Gesellschaft zu Berlin 1899 bis 1900, No. 2 (S.-A.), S. 5 ff.

wie oben sub 1 angegeben, in der Porzellanschale über freier Flamme, zuletzt im Wasserbade, auf ein geringes Volumen eingedampft, in einen Aufschließkolben übergespült und mit 20 ccm einer Mischung von gleichen Teilen konzentrierter, reiner Schwefel-

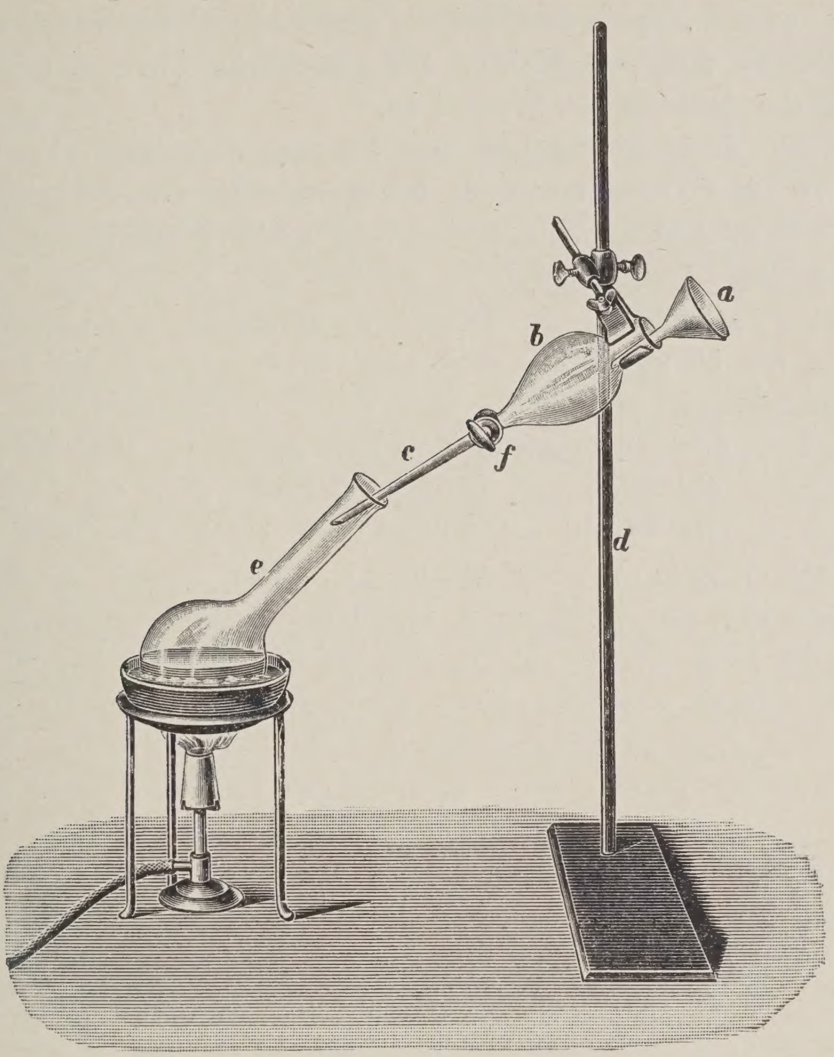


Fig. 43.
Ausschließvorrichtung für die Phosphorsäure.
Nach Neumann.

und Salpetersäure versetzt. Man erhitzt mit starker Flamme so lange, bis die Flüssigkeit weiß erscheint, wobei man, um die Oxydation der organischen Substanz zu beschleunigen, ab und zu kleinere Mengen des genannten Säuregemisches mit Hilfe des beifolgend skizzierten Apparates (Fig. 43) zutropfen läßt.

Sobald die Flüssigkeit farblos oder nur mehr schwach gelblich erscheint, läßt man erkalten. Nach dem vollständigen Erkalten

versetzt man den Inhalt des Kolbens vorsichtig (am Rande hinuntergießen!) mit etwa 20 bis 30 ccm destilliertem Wasser, wobei eine heftige Erwärmung und eine mehr oder minder beträchtliche Entwickelung von dem lästigen Stickstoffdioxyd eintreten werden, spült den Inhalt des Aufschließkolbens in einen Literkolben mit aufgeklebter 150-ccm-Marke über und fügt bis zur Marke destilliertes Wasser zu.

Nach dem Hinzugeben von 50 ccm Ammonnitrat wird auf etwa 70 bis 80^0 erhitzt, d. h. bis gerade Blasen aufsteigen, und dann mit 40 ccm Ammonmolybdat der gelbe Niederschlag erzeugt — 40 ccm Ammonmolybdat reichen aus für 60 mg P_2O_5 —. Es ist zweckmäßig, die Phosphorsäuremenge nicht größer zu wählen als 50 mg P_2O_5, weil man sonst unnötig viel von den Normallösungen gebraucht, und die Bestimmungen selbst bei 15 mg P_2O_5 noch zuverlässige Resultate geben. — Man läßt 15 bis 20 Minuten abkühlen und filtriert hierauf durch ein Faltenfilter von gutem (am besten aschefreiem) Papier, welches man vorher ganz mit kaltem Wasser gefüllt hat. Der Zweck dieser Manipulation ist, die Filterporen möglichst zusammenzuziehen, weil sonst die noch warme Lösung infolge des äußerst feinpulverigen Niederschlages zuweilen nicht ganz klar filtriert. Man wäscht durch Dekantieren mit möglichst kaltem Wasser aus, bis das Waschwasser gerade nicht mehr gegen Lackmus sauer reagiert (etwa 3 bis 4mal), läßt die Hauptmenge der Fällung in dem Kolben und bringt schließlich auch das Filter wieder in denselben zurück. Darauf löst man kalt in halbnormaler Natronlauge und gibt, wenn gerade Lösung eingetreten, noch weitere 5 bis 6 ccm im Überschuß hinzu. Man versetzt nun mit 100 ccm Wasser, erhitzt zum Sieden und kocht etwa 15 bis 20 Minuten, bis mit den Dämpfen kein Ammoniak mehr weggeht, fügt 10 Tropfen Phenolphtaleïn hinzu und titriert endlich mit halbnormaler Salzsäure zurück. Der Endpunkt ist innerhalb 1 bis 2 Tropfen scharf zu erkennen. Die zur Neutralisation, d. h. nach Abzug der Salzsäure, verbrauchten Kubikzentimeter halbnormaler Natronlauge werden mit 1,268 multipliziert; man erhält dann die in der Substanz enthaltene Menge Phosphorsäure in Milligrammen P_2O_5.

Kontrollanalysen nach derselben Methode, mit der Urantitration oder mittels Gewichtsanalyse ausgeführt, ergaben Schwankungen nur innerhalb weniger Zehntel Milligramme.

Die hierzu nötigen Lösungen sind:

1. 10prozentige Lösung von molybdänsaurem Ammon,
2. 50prozentige Lösung von Ammoniumnitrat,
3. halbnormale Natronlauge,
4. halbnormale Salzsäure,
5. 2prozentige alkoholische Phenolphtaleïnlösung.

∞ c) Gewichtsanalytisch. 1. Nach der Molybdänmethode.

Obwohl die Molybdänmethode längst durch die ungleich elegantere Zitratmethode verdrängt worden ist, gebe ich sie doch hier wieder, weil sie nach den Vereinbarungen des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchsstationen[1]) bei Schiedsanalysen verwendet werden muß, und weil sie neben der titrimetrischen von Neumann unstreitig die genauesten Werte liefert.

Zur Molybdänmethode bringt man genau wie bei der Neumannschen die in einem größeren Wasserquantum vorhandene P_2O_5 durch Kochen mit einem Gemisch von konz. Schwefel- und Salpetersäure (1 : 1) in Lösung und verfährt darauf folgendermaßen:

Die Flüssigkeit[2]) wird quantitativ in ein etwa 500 ccm fassendes Becherglas übergespült, mit 200 ccm Molybdänflüssigkeit versetzt drei Stunden lang bei etwa 50° C im Wasserbade digeriert und nach dem Erkalten so abfiltriert, daß möglichst wenig von dem zitronengelben Niederschlag auf das aus starkem Filtrierpapier bestehende Filter (Barytfilter) kommt. Der gelbe Niederschlag wird durch Dekantieren (Abgießen) neunmal mit 20 ccm der mit destilliertem Wasser verdünnten (1 : 1) Molybdänflüssigkeit und ein zehntes Mal das Filter mit derselben Menge ausgewaschen (20 ccm). Der Trichter wird sodann mit dem Filter in einem Stativ so an das Becherglas gestellt, daß die abzufiltrierende Flüssigkeit am Rande in jenes hinunter läuft, und der auf dem Filter befindliche Niederschlag in 5prozentigem, ammoniakhaltigem Wasser gelöst, was bei geschickter Behandlung durch 3 bis 4maliges Aufspritzen mit warmem Ammoniakwasser gelingen muß. Hierauf wird das Filter genügend (6 bis 8mal) mit heißem Wasser ausgewaschen und der Trichter mit dem Filter entfernt. Der Inhalt des Becherglases wird in der

---

[1]) Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Bd. 38, S. 304.

[2]) „Die agrikultur-chemische Versuchsstation Halle a. S.“, Berlin 1892, Paul Parey, S. 72.

Wärme mit Salzsäure tunlichst neutralisiert, d. h. es wird so lange Salzsäure zugesetzt, bis der sich gleich anfangs bildende Niederschlag erst bei längerem Umschütteln und Umrühren mit dem Glasstab sich löst. Man kühlt alsdann ab und versetzt tropfenweise unter stetem Umrühren mit 20 ccm Magnesiamixtur. Endlich fügt man 25 ccm der verdünnten (5prozentigen) Ammoniakflüssigkeit zu. Der Niederschlag wird nicht ausgeschüttelt oder ausgerührt und nach **zwei Stunden** (die Zeit von zwei Stunden ist bis zur Filtration möglichst genau einzuhalten) filtriert (Filter Marke „Schwarzband"), mit $2^1/_2$prozentiger Ammoniakflüssigkeit bis zum Verschwinden der Chlorreaktion (s. hinten) ausgewaschen, der Niederschlag mit dem Filter in einen vorher gewogenen Platintiegel gebracht, indem man das Filter oben zusammenfaltet und umgekehrt, mit der Spitze nach oben, in den Tiegel legt.

Fig. 44.
Gooch-Tiegel.
(Max Kähler & Martini, Berlin.)

Man erwärmt anfangs bei bedecktem Tiegel mit kleiner, etwas abseits stehender Flamme, nach Verjagen der Feuchtigkeit unter Schieflegen des Tiegels stärker, bis das Filter verkohlt und der Niederschlag fast weiß geworden ist, darauf fünf Minuten lang im Gebläse (oder in einer geeigneten Glühlampe), läßt im Exsikkator erkalten und wägt.

Der Niederschlag muß ganz weiß sein. Zu diesem Zwecke ist öfters eine Wiederholung des Glühens notwendig.

Die gefundene Menge, mit 0,640 multipliziert, ergibt die Gramme P_2O_5. Vielfach zieht man es jetzt vor, den Niederschlag direkt durch einen durchlöcherten, mit ausgeglühtem Asbestfilter versehenen Platin-(Gooch)-Tiegel (Fig. 44) zu filtieren, darin weiter zu behandeln und zu glühen; in diesem Falle wird man indessen zweckmäßig den Siebboden des Platintiegels mit einem „Schuh", einer Bekleidung aus demselben Metall, überziehen, um das Eindringen reduzierender Gase zu verhindern.

Molybdänlösung.[1]) 150 g molybdänsaures Ammon werden mit Wasser zu 1 l Flüssigkeit gelöst und in 1 l Salpetersäure von 1,2 spez. Gewicht gegossen, dann werden nach Wagner-Stutzer 150 g molybdänsaures Ammon in möglichst wenig Wasser gelöst, 400 g Ammonnitrat zugefügt, die Flüssigkeit mit (destilliertem)

---

[1]) J. König, „Untersuchung landw. und gewerbl. wichtiger Stoffe", Berlin, Paul Parey.

Wasser zu 1 l verdünnt und in 1 l Salpetersäure von 1,19 spez. Gewicht eingegossen.

Statt des molybdänsauren Ammons können auch 125 g Molybdänsäure in verdünntem $2^1/_2$ prozentigen Ammoniak unter Vermeidung eines größeren Überschusses dieses Lösungsmittels gelöst werden. Sodann werden 400 g Ammonnitrat hinzugefügt, mit (destilliertem) Wasser zu 1 l verdünnt und diese Flüssigkeit in Salpetersäure von 1,19 spez. Gewicht eingegossen. Die so bereitete Molybdänlösung wird 24 Stunden lang bei etwa 35° C an einem warmen Orte stehen gelassen und falls, wie das meist der Fall ist, ein gelber Niederschlag

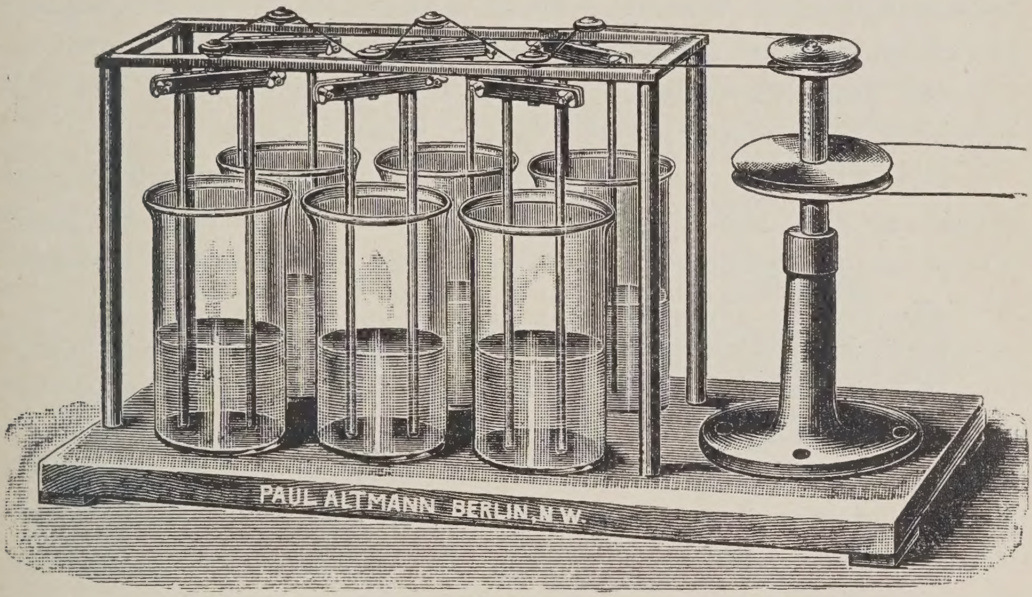


Fig. 45.
Rührapparat.
(Paul Altmann, Berlin.)

von phosphormolybdänsaurem Ammon entsteht, filtiert. Der bei wochenlangem Aufbewahren der Molybdänlösung sich bildende, aus einer Modifikation der Molybdänsäure bestehende gelbe Niederschlag hat nichts zu bedeuten.

∞ 2. Neuerdings geben P. Wagner und A. Stutzer[1]) noch folgendes, etwas vereinfachtes Verfahren der Molybdänmethode:

Die wie vorher aufgeschlossene Flüssigkeit wird im Becherglase zunächst annähernd mit Ammoniak neutralisiert, mit 150 ccm Molybdänlösung versetzt und 15 Minuten lang im Wasserbade auf 95 bis 100° C erwärmt.

(Hat man einen mechanischen Rührapparat (s. Fig. 45) zur Verfügung, so kann die vollständige Ausfällung der Phosphorsäure auch dadurch bewirkt werden, daß man die wie oben mit Molybdänsäure

---

1) J. König, a. a. O.

gemischte Flüssigkeit mit 20 bis 30 ccm 10prozentigem, käuflichem Ammoniak versetzt und nun mindestens 5 Minuten lang rührt. — Das kann auch mit der Hand geschehen, der Glasstab ist alsdann mit Gummi zu überziehen. — Eine Erwärmung der Flüssigkeit ist in diesem Falle nicht nötig, schadet aber auch nichts.)

Der gelbe Niederschlag von phosphormolybdänsaurem Ammon wird quantitativ auf einem Filter gesammelt und mit kaltem, destilliertem Wasser ausgewaschen; darauf wird derselbe auf dem Filter in $2^1/_2$prozentigem Ammoniak gelöst, das Filter mit dem ammoniakalischen Wasser gehörig ausgewaschen, die Flüssigkeit in einem Glase gesammelt, unter fortwährendem Umrühren 20 ccm Magnesiamixtur recht langsam hinzugetröpfelt und die Mischung noch weitere fünf Minuten lang ausgerührt.

Die Filtration des Niederschlages kann vorgenommen werden, sobald er sich abgesetzt hat. Nach dem Glühen darf die pyrophosphorsaure Magnesia, mit Silberlösung befeuchtet, nicht gelb werden.

∞ 3. Zitratmethode nach Märcker. Zu der, wie vorher beschrieben, durch Schwefel- und Salpetersäure aufgeschlossenen und nach Zusatz von Wasser quantitativ in ein größeres Becherglas übergespülten Flüssigkeit setzt man sofort 100 ccm der Märckerschen Zitratlösung, sowie 25 ccm Magnesiamixtur zu und rührt eine halbe Stunde lang aus. Bei halbstündigem Ausrühren kann sofort oder nach beliebiger Zeit filtriert werden.

Der Niederschlag wird quantitativ auf ein tunlichst kleines Filter (Marke „Schwarzband") gebracht (letzte Reste ev. wie bei der Magnesia mit dünnem Filtrierpapier auswischen!), mit kaltem, $2^1/_2$prozentigem, ammoniakalischem Wasser ausgewaschen, in einen vorher gewogenen, gewöhnlichen oder mit ausgeglühtem Asbest beschickten, am Boden durchlöcherten (Gooch-) Platintiegel gebracht, der Trichter (innen) sowie der Gummiwischer mit feinstem Filtrierpapier abgewischt und letzteres zu dem Filtrat in den Tiegel geworfen. Man verascht, glüht zuletzt im Gebläse, lässt im Exsikkator erkalten und wägt.

Märckersche Zitratlösung. 1500 g Zitronensäure mit Wasser zu 3 l gelöst, mit 5 l 24prozentigem Ammoniak versetzt und auf 15 l aufgefüllt.

Rührapparat. Die Einrichtung des Rührapparates ergibt sich aus der umstehenden Figur 45 so deutlich, daß ich mir eine Beschreibung desselben schenken kann. Es werden solche für den Handbetrieb und mechanisch bewegte im Handel zu recht zivilen Preisen

geliefert. Wo es irgendwie angeht, verwende man letztere, etwa in Verbindung mit einer kleinen Laboratoriumturbine (Fig. 46), und wähle man ferner solche aus, die mehrere Analysen, etwa sechs, auf einmal ermöglichen. Die „Rührer“ selbst, die natürlich so abgepaßt und eingestellt werden müssen, daß sie oben nicht „schrammen“ und unten fast bis auf den Boden des Gefäßes reichen, liefert Paul Altmann in der Form kleiner, glatter Glaslöffelchen. Dieselben sind nach jedem Ausrühren mit feinstem schwedischen Filtrierpapier und durch Abspritzen mit ammoniakalischem Wasser von der anhaftenden phosphorsauren Ammonmagnesia zu befreien; das Filtrierpapier gibt man auf das Filter.

Die gewogene pyrophosphorsaure Magnesia läßt man nach dem Wägen ruhig im Tiegel drin, verwahrt denselben im Exsikkator und filtriert weitere Niederschläge zu den alten; dadurch erspart man sich eine Wägung, was unter Umständen von Vorteil sein dürfte. Erst wenn die angesammelten Niederschläge die Hälfte und mehr als die Hälfte des Tiegels ausmachen, löst man sie entweder mechanisch — sie lassen sich sehr gut abheben — oder in konzentrierter, heißer Salpetersäure, wäscht bis zum Verschwinden der Salpetersäurereaktion (s. S. 156) mit heißem, destilliertem Wasser aus, glüht und wägt den Tiegel.

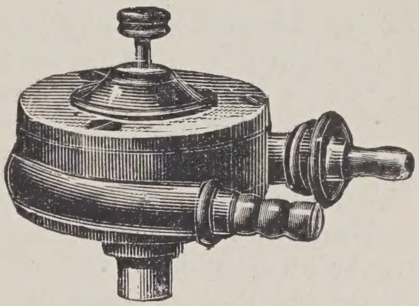


Fig. 46.
Laboratoriumturbine
nach Rabe.
(Paul Altmann, Berlin.)

Daß man dann, wenn der Niederschlag im Tiegel belassen wird, diesen nur zu Phosphorsäure- und Magnesiabestimmungen benutzen darf, liegt auf der Hand.

Wie der Altmeister J. Šusta auf Grund seiner systematischen praktischen Versuche betonte, fällt der Phosphorsäure eine sehr wichtige Rolle im Organismus des Tieres wie im Stoffkreislauf der Gewässer zu. Kein Wunder! Wissen wir doch, daß den Kern der Zelle immer ein Phosphorsäuremolekül bildet, daß ohne sie mithin ein „Leben“ im engeren Sinne des Wortes unmöglich ist! In Anbetracht dieser Tatsache führt die Medizin von heute namentlich den jungen, wüchsigen, aber auch älteren, durch Krankheiten, unsoliden Lebenswandel usw. geschwächten Individuen generis humani regelmäßig organisch gebundene, sowie die Glyzerin-Phosphorsäure, das Lecithin (letzteres speziell als Kräftigungsmittel für das Zentralnervensystem), zu. — Auch die Landwirte kennen den Wert der Phosphorsäure für das Pflanzen- und Tierleben sehr wohl, und so lesen wir denn nicht nur von sehr starken Gaben, ja „Vorratsdüngungen“ auf dem Felde (speziell bei Luzerne, Klee), sondern auch von einem erstaunlich großen Verbrauch an sogenanntem Futterkalk in den Ställen derart, daß die Herstellung, Verpackung und der Vertrieb desselben ein größeres Heer von Arbeitskräften

erheischen als diejenigen manches menschlichen Nahrungs- und Genußmittels.

Während man bisher annahm, daß ein „Luxusverbrauch" eigentlich nur beim Stickstoff (Eiweiß) statthat, hat man jüngst denselben auch für die Phosphorsäure,[1]) das Kali,[2]) Eisen u. a. (speziell bei höheren Pflanzen) nachgewiesen und denselben sogar für medizinische Zwecke zu verwerten gewußt (Spinat).[3]) Die von mir in der „Vorbemerkung" zu diesem Kapitel (S. 54) näher ausgeführten Wirkungen des osmotischen Druckes zwingen nun die Organismen, namentlich in den starken Temperatur- usw. Schwankungen ausgesetzten Wässern, zu einer erhöhten Aufnahme von Mineralstoffen. Denn es liegt doch klar auf der Hand, daß, je fester gefügt die Zelle ist, desto größeren Widerstand sie auch dem Druck von außen zu leisten vermag. Von diesem Gesichtspunkte aus sollte man auch einmal die Bildung der Spiegel- und Lederformen bei Weißfischen, sowie die atavistischen Rückschläge in der in gewissen Gegenden poussierten Reinzucht der letzteren betrachten, über welche so viele Züchter sich bitter beklagen. Außerdem sehr verschiedene Ansprüche der einzelnen Gattungen und Arten, ja Varietäten, an den Nährstoffreichtum.[4])

Nach der Analyse von Hanamann enthält 1 kg Karpfenfleisch (inkl. Gräten, Eingeweiden und Schuppen), neben 3,0 g Stickstoff und 11,9 g Kalk, 11,6 g Phosphorsäure.[5]) Ähnlich lauten die Angaben über andere Nutzfische des Süßwassers, soweit es sich um Tiere mit wenig ausgebildeten Genitalien, also um Verkaufsware im heutigen Sinne des Wortes, handelt. Jedenfalls werden wir als Standardwert für den Phosphorsäuregehalt der Verkausfische, egal, ob sie aus den Binnenwässern oder der See stammen, die Zahl 1,2 bis 1,3 % annehmen können. Bei den Laichern, ♂ wie ♀, steigt nach den Untersuchungen von Miescher-Ruesch[6]) am Lachs der Phosphorsäuregehalt der Ovarien und Hoden dagegen ganz beträchtlich; natürlich, denn der Embryo braucht diese Substanz mindestens ebenso notwendig wie das Eiweiß.

Aus im weiteren noch näher zu entwickelnden Gründen werden im Laufe der Saison gerade von der Phosphorsäure selbst verhältnismäßig beträchtliche Mengen aus dem Stoffkreislauf des Bodens wie des Wassers ausgeschaltet. Da unsere Gewässer nun mit ganz vereinzelten Aus-

---

[1]) Biedermanns Zentralbl. f. Agrikulturchemie 1905, I, S. 14.

[2]) Schneidewind u. Ringleben, Landw. Jahrb. 1904, III, S. 353 ff.

[3]) Nach einem Referat in d. Ztschr. „Das Neue Blatt", Leipzig 1905, No. 34.

[4]) v. Seelhorst, Jahrb. d. Deutsch. Landw.-Gesellsch., Bd. 18, S. 257—259.

[5]) J. Šusta, „Die Ernährung des Karpfens und seiner Teichgenossen", 2. Aufl., Stettin 1906, S. 93.

[6]) Berichte d. Schweiz. Abteil. Int. Fischerei-Ausst., Berlin 1880.

nahmen sehr arm an dieser Substanz sind, und die durch die Herbst- bzw. Winterwässer eingeschwemmten Massen infolge der geringen Zahl der Verarbeiter für die Fische kaum in Betracht kommen, finden wir meist zu der für die Erhaltung der Art wichtigsten Zeit des größten Verbrauches, nämlich der Reifeperiode der Ovarien und Hoden, die niedrigsten Phosphorsäurewerte. Inwiefern diese Verhältnisse an der mit der Intensität der Kultur der anliegenden Flächen Hand in Hand gehenden Degeneration der Bestände mit schuld sein können und müssen, sei hier nicht näher ausgeführt. — Enthält das Blut an sich auch bloß geringe Mengen von Phosphorsäure, so ist es doch am Aufbau der Zelle hervorragend beteiligt, deshalb dürfte der eben besprochene Phosphorsäuremangel in unseren Gewässern zu einer ganzen Anzahl abnormer Vorgänge im Körper mit beitragen, deren Ursachen wir ganz wo anders suchen. (Ich erinnere beispielsweise an die berüchtigte „Pockenkrankheit", welche durch eine Kalk-Phosphorsäure-Fütterung direkt behoben werden kann.)

Nach den übereinstimmenden Angaben von Biologen und erfahrenen Züchtern, wie Gasch, Hübner, Arens, Jaffé u. a., sollen die erste Nahrung aller unserer Jungfische neben Infusorien und Rotatorien vornehmlich bestimmte Diatomeen bilden.[1]) Alle drei aber enthalten reichlich organisch gebundene Phosphorsäure und sicher auch Lecithin, ein deutlicher Wink für den Wasserwirt, wo und wie er mit seinen Maßnahmen einzusetzen hat, um kräftige Individuen und — vielleicht einen geringeren Prozentsatz Männchen zu erhalten. Zweifellos ist es doch merkwürdig, daß in gewissen diatomeenreichen Gewässern die Geschlechter sehr gleichmäßig vertreten sind, während in armen und namentlich bei dem Kunstfutter die Zahl der Männchen ganz beträchtlich überwiegt. Da nun nach den Untersuchungen von Feddersen u. a. die Jungfische geschlechtslos sind, und viele hervorragende Mediziner einen Zusammenhang zwischen Ernährung und Geschlecht annehmen, ließe sich hier die Sache am ehesten experimentell prüfen.

Interessant sind die Beobachtungen von Arens u. a. über die Abhängigkeit der Färbung des Fleisches (speziell bei Salmoniden) von der Qualität der Nahrung. Allgemein führt man jetzt das so geschätzte rote Kolorit wohl auf den „Phosphorsäurereichtum" von jener zurück, müßte aber treffender sagen, den Gehalt an organisch gebundener P_2O_5 und Lecithin, denn selbst bei regelmäßiger starker Zufuhr von Präzipitat bleibt das Fleisch weiß (gelb), während frische Muscheln, Garnelen, Fischovarien, besonders aber Flohkrebse, einen durchschlagenden Erfolg zeitigen. — Ob und inwiefern das in diesen Kaltblütern zum Teil sogar reichlich vorhandene Arsen an

[1]) Jul. v. Istvánffi, Deutsche Fischerei-Zeitung 1894, S. 382, Weddige, ebenda 1883, S. 171 ff., Navratil, Mitt. österr. Fisch.-Ver. 80, S. 35, Joh. Frenzel, Deutsch. Fisch.-Ztg. 1897, S. 258, Seligo in Zacharias, „Tier- u. Pflanzenw. d. Süßw." II, S. 178, Allg. Fisch.-Ztg. 1902, 24, S. 323, u. a. m.

der Rotfärbung des Fleisches beteiligt ist, bedarf noch näherer Untersuchungen. — Die organisch gebundene, aber auch die Glyzerinphosphorsäure verschwinden nun infolge ihrer großen Flüchtigkeit beim Trocknen der Surrogate und namentlich der zurzeit üblichen Trocknung bei hohen Hitzegraden (80 bis 105 bis 120°) vollkommen, weswegen, im richtigen Lichte betrachtet, mit Ausnahme des Fattingerschen Blutmehles **kein einziges der jetzt erhältlichen Futtermittel animalischen Ursprungs** für die **Brut**fütterung geeignet ist. Wohl zu unterscheiden von diesen leicht löslichen und flüchtigen Formen der organisch gebundenen Phosphorsäure des Tier- und Pflanzenkörpers sind die im Boden und Wasser an die tote, mehr oder minder schwer zersetzliche organische Substanz gebundenen. Sie können nur durch Hitze frei gemacht werden, sind im großen ganzen also für unsere Zwecke indifferent, wie die nachfolgenden Tabellen zeigen:

	Roher Boden	Geglühter Boden	Boden im Kochschen Dampftopf erhitzt	Boden im Autoklaven erhitzt
Proz. Gehalt an Phosphorsäure[1])	0,145	0,327	0,147	0,351
	Rohes Wasser	Glührückstände	—	im Autoklaven erhitzt
Proz. Gehalt an Phosphorsäure[2])	0,04	0,127	—	0,132

Die Hauptmenge der im Boden und Wasser enthaltenen organischen P_2O_5 kommt als Nuklëin vor, nur ein geringer Bruchteil als Lecithin.[3])

Im übrigen sehen wir bei fortgesetzter Beobachtung des Dorfteiches, wie sehr sich gemäß dem Verbrauch bei fehlendem Ersatz der Stoffe die einzelnen Planktonten verschieben, wie insbesondere, wenn der Kalk oder die Phosphorsäure oder endlich die organische Substanz aufgebraucht wurden, ganze, ehedem zahlreich vertretene Organismengruppen oft plötzlich spurlos verschwinden und erst nach Eintritt von Regenwetter und der durch dasselbe bedingten Substanzzufuhr sich allmählich wieder einstellen. Im großen ganzen gehört ein derartiges plötzliches Verschwinden ganzer Organismengruppen infolge von Nährstoffmangel im Dorfteich und den ihm durch rationelle Düngungen ähnlich gemachten Weihern zu den größten Seltenheiten, weil in ihnen ja fast immer genügende Vorräte vorhanden sind oder durch das Vieh (Geflügel) Ersatz geschafft wird. Ganz anders in unseren mageren Durchschnittsteichen und Seen! Hier bringen einzig die Herbst- und Frühjahrswässer und daneben

---

[1]) K. Aso, Bullet. of the College of Agric. Tokyo, Imp. Univ., Vol. VI, No. 3, S. 277 ff.

[2]) Nach Vers. d. Verf.

[3]) Schmoeger, Landw. Jahrbücher, Bd. XXV.

höchstens noch besonders kräftige sommerliche Regengüsse ziemlich konstante, aber höchst unzulängliche Nährstoffmengen. Solange diese ausreichen, beobachten wir auch eine verhältnismäßig kräftige Entwickelung, speziell der tierischen und pflanzlichen Planktonten. Nach und nach aber verschwindet eine Organismengruppe nach der anderen, zunächst die anspruchsvolleren, dann die weniger „verwöhnten". Die Weide wird magerer und magerer, und schließlich bleibt ein höchst geringwertiges, rein pflanzliches Plankton übrig, das in bezug auf den Nährwert sich getrost den Gräsern von gewissen „Auch"-Wiesen oder der Erika an die Seite zu stellen vermag (s. außer den Tab. IV und V die Analysen und Betrachtungen von K. Brandt in meiner „Karpfenzucht", S. 192 und 193). — Auf derartigen Beobachtungen basiert die viel gerühmte und namentlich von O. Zacharias breit getretene Lehre von der Periodizität der Organismen.[3]) Hätte

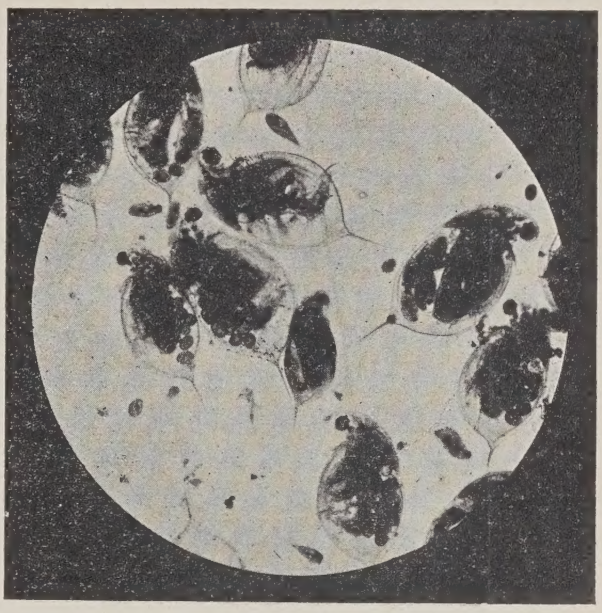


Fig. 47.
Krustazeenplankton (Daphnia longispina).[1])

Fig. 48.
Krustazeenplankton (Cyclops und Diaptomus).[2])

[1]) E. Walter, „Die Fischerei als Nebenbetrieb des Land- und Forstwirtes", Neudamm 1903, S. 58, Fig. 38.

[2]) E. Walter, „Die Fischerei als Nebenbetrieb des Land- und Forstwirtes", S. 59, Fig. 39.

[3]) Siehe die Forsch.-Ber. d. Biol. Station Plön 1893, 1, S. 44 ff., 1894, 2, S. 95 ff., 1895, S. 97 ff., 129 ff. u. a. m., Apstein, „Planktonproduktion verschied. holstein. Seen", Ber. Nat. Ges., Freiburg 1894, Bd. 8, „Quant. Planktonstud. i. Süßwasser", Biol. Zentralbl. XII,

man sich die Mühe genommen, die Entenpfütze im Strauchdorf drin zu untersuchen, und sich nebenbei auch ein wenig um die Grundlagen der heutigen Teichwirtschaft zu kümmern, so würde man längst wissen, daß beide gerade auf der Nicht-Periodizität der Organismen fußen.[1])

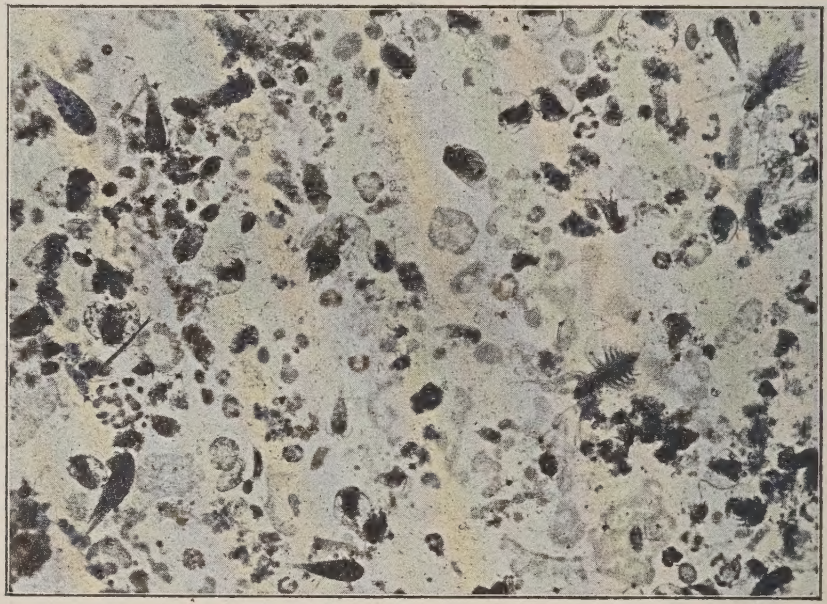


Fig. 49.
Überwiegend pflanzliches Plankton (Clathrocystis) mit einigen Krustazeen.[2])

Die hier geschilderten Verhältnisse seien durch einige Skizzen nach Mikrophotogrammen von E. Walter illustriert. (Fig. 47 bis 50.)

No. 16/17. Trotz eines Weißmann („Beitr. z. Naturgesch. d. Daphnoiden", Ztschr. wiss. Zool., Bd. 28, 33), Klunzinger (Ztschr. f. Fisch., V, H. 3—4) u. a. muß ich auf Grund meiner Beobachtungen die Lehre von der Periodizität der Planktonten für einen argen Mißgriff erklären (s. a. Heuscher, Ber. Biol. Stat. Plön 1894, S. 106, Strodtmann, ebenda 1895, S. 157, u. a. m.).

[1]) Dagegen sprechen schon die von E. Weeger, „Über die Aufzucht der Salmonidenbrut", S. 28 u. 29, sowie von J. Šusta, „Ernährung des Karpfens", 2. Aufl., Stettin 1906, S. 64 ff., mitgeteilten Daten, ganz abgesehen von der stattlichen Menge sog. Krustazeenzuchtverfahren (s. Deutsche Fisch.-Ztg., Stettin 1888, S. 187).

[2]) E. Walter, „Das Plankton und die praktisch verwendbaren Methoden der quantitativen Untersuchung der Fischnahrung", Neudamm 1899, S. 19, Fig. 1.

Über den (Un-)Wert der zitrat- und der in den nicht aufgeschlossenen Knochen-, Tierkörper-, Fischmehlen usw. enthaltenen schwer löslichen Phosphorsäure siehe Seite 49. Diese Verhältnisse illustriert drastisch die Figur 51. Aber nicht nur auf die leichte Wasserlöslichkeit an und für sich kommt es dabei an, weit wichtiger noch ist das **Gelöstsein** der Substrate beim Einbringen in die Gewässer. (Verfahren von Lugrin,[1]) Morzinek,[2]) v. Zehmen u. a.) Daß die vorherige Lösung der Düngemittel der einzig richtige, naturgemäße Weg ist, sehen wir aus der Seite 18 ff. enthaltenen „Naturgeschichte" des Wassers, und Burda[3]) hatte nur allzu recht mit seiner Behauptung, daß, in je mehr „angedautem" Zustande wir — bis zu einer gewissen Grenze — die Dünge- bzw. Futtermittel ins Wasser bringen, desto durchschlagender auch der Erfolg sein wird. Auf diesem Faktum basiert ja die Wichtigkeit der Schwimmvögel[4]) und vieler für die Fische indifferenter Organismen, basiert ferner die Wichtigkeit der gerade durch die Frühjahrswässer angebrachten gelösten Substanzen und Fermente für den Stoffkreislauf im Becken oder Rinnsal.

Fig. 50.
Rein pflanzliches Plankton (Anabaena, Clathrocystis, Gloiotrichia).[5])

Hierfür einige Beispiele, bei denen es sich natürlich nur um **grobe Annäherungswerte** handelt:

---

[1]) Bull. U. S. F. C. 1887, S. 203, Deutsche Fisch.-Ztg. 1888, S. 167.

[2]) Frhr. v. Gärtner, „Meine Reise nach Galizien", 2. Aufl., Falkenberg O.-S. 1891, S. 15 u. 16.

[3]) Ztschr. f. Fisch., IV, H. 2—4, S. 109.

[4]) s. a. V. Burda, Ztschr. f. Fisch., IV, 2—4, S. 103. Üb. d. Nutz. d. Möwen, vergl. Horák, „Teichwirtschaft", Prag 1869, S. 154, Eben-Bauditen, Deutsche Fisch.-Ztg. 1882, No. 6, Apstein, „Das Süßwasserplankton", Kiel 1896, S. 104 ff., u. a. m.

[5]) Walter, „Das Plankton u. d. prakt. verwendb. Method. d. Unters. d. Fischnahr.", S. 24, Fig. 4.

Düngemittel	Bewachsener Grund			Reiner Grund			Gemischter Grund		
	Zunahme in Prozenten infolge der Düngung								
	Gelege	Elodea	Plankt.	Diatomeen usw. d. Grund.	Grundfauna	Plankt.	Subm. Pflanz.	Grundflora u. -fauna	Plankt.
Knochenmehl nicht aufgeschlossen . .	20	25	?	30	30	?	20	40	?
Thomasmehl 12,6 Proz. zitratl. P_2O_5[1]) . .	50	50	10	90	100	20	40	80	25
Präzipitat ungelöst .	180	210	40	270	230	80	140	270	100
Präzipitat gelöst[2]) .	90	120	360	70	80	380	70	140	310

Trotzdem sei hier daran erinnert, daß nach den neuesten Untersuchungen von A. Koch und Litzendorff Bodenbakterien und andere niedere Organismen Säuren bilden, die sehr beträchtliche Mengen von P_2O_5 aus schwerlöslichen Verbindungen wasserlöslich machen.[3])

Im Schlamme unserer Seen und schlecht gepflegten Teiche lagern oft beträchtliche Mengen der besten Nährstoffe (Stickstoff bzw. organische Substanz, Kalk, Phosphorsäure, Kali) namentlich dann vollkommen nutzlos, wenn sie nicht durch die Geräte der Fischer oder die Hufe des zur Tränke getriebenen Viehes aufgerührt bzw. die Wurzeln der höheren Pflanzen heraufgeholt und aufgeschlossen werden. Speziell das Wurzelsystem der unter dem Sammelnamen „das Gelege" von den Fischern bezeichneten harten, groben Flora (Schilf, Rohr, Binsen, Schwertlilien, Mielitz u. a. m.) betreibt diese Aufschließung und Ausbeutung des Untergrundes so großartig, daß man — die Tropen und den subtropischen Urwald

---

[1]) Im großen ganzen ist man in Österr.-Schlesien kein Freund des Thomasmehles, welches — oft in minderwertigen böhmischen Präparaten (s. Wagner, „Düngungsfragen", Berlin 1896, I, S. 18) — höchstens während der Sömmerung zu den Zerealien und in besonders starken Dosen zu Klee angewendet wird. Morcinek düngt die vor der Bespannung als Hutweide benutzten Brutvor- und -streckteiche im zeitigen Frühling mit fein gemahlenem Knochenmehl (Burda a. a. O., S. 109) bzw. einem Gemisch aus frischem Blut und jenem oder Guano oder Horn- bzw. Tierkörpermehl ab. Über den Wert der vielfach als Ersatz für das Thomasmehl empfohlenen Roh- und präparierten Phosphate s. auß. Wagner a. a. O. u. V, Berlin 1904, S. 46 ff., Mitt. d. D. Landw.-Ges., 1904, St. 3, 7, 19, 29, 50 u. a. m.

[2]) Üb. d. Fütterung m. Präzipitat od. Kreide cfr. M. Hoffmann-Berlin, ebenda 1905, St. 50, S. 426 ff.

[3]) Ebenda 1906, St. 10, S. 114.

abgerechnet — wahrlich lange nach einem Pendant suchen kann.[1]) Die von der harten, groben Flora aus dem Schlamme heraufgeholten Nährstoffmengen gehen nun aber dem Stoffkreislauf des Gewässers allermeist verloren, sei es, daß das Vieh die betreffenden Luftpflanzen sich einverleibt oder der Mensch sie wirbt, oder endlich, daß sie vertorfen. Weit wichtiger sind die submersen Gewächse. Daß man in gewissen Kreisen die „Wasserpest“ jahrzehntelang als Danaergeschenk Amerikas mit scheelen Augen betrachtet hat und ihr auch jetzt noch aus allen möglichen und unmöglichen Gründen flucht, tut nichts zur Sache, dafür wissen die verständigen Wasserwirte recht wohl, was sie an ihr haben — und besser als viele ihrer bei uns importierten Landsleute aus der Klasse der Fische ist sie immerhin. Die von diesen submersen Pflan-

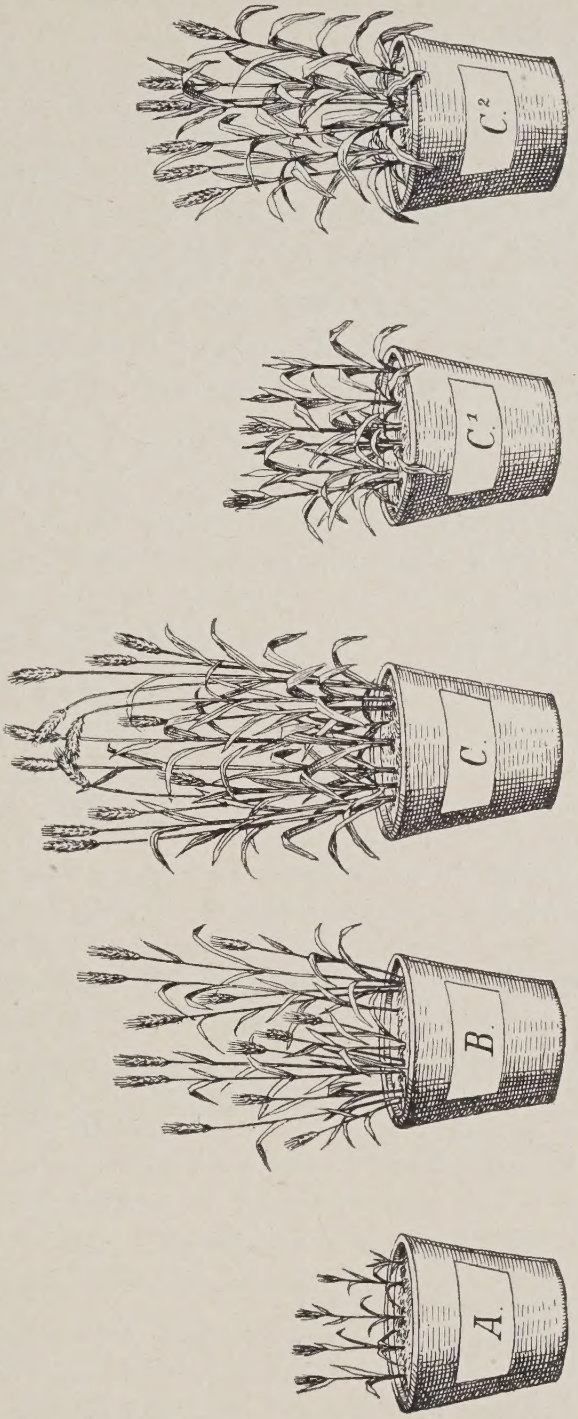


Fig. 51. **Kulturversuch mit Roggen in mit Knochenmehl gedüngtem, sterilem Sandboden:**
A. gemahlene Knochen
B. gemahlene Knochen gebrannt
C. gemahlene Knochen gebrannt und aufgeschlossen } Mitte Juli 1905.
C^1. Fischmehl unaufgeschlossen
C^2. Fischmehl angedaut } Anfang Juni 1905.

[1]) J. Šusta, „Die Ernährung des Karpfens“, 2. Aufl., Stettin 1906, S. 126 ff., „Fünf Jahrhunderte Teichwirtsch. z. Wittingau“, Stettin 1898, S. 177 ff.

zen aus dem Untergrunde heraufgeholten Substanzen — neben N besonders Kalk und Phosphorsäure — bleiben im Gewässer drin und werden infolge der Weichheit und leichten Zersetzlichkeit der Zellulose, sowie des dadurch bedingten raschen Zerfalles nach dem Absterben der sommerlichen Triebe grade bei diesen Pflanzen für den Stoffkreislauf im Wasser frei. Außerdem gibt die submerse Flora eine Fettweide für die zur Ufer- und Grundfauna zählenden Schnecken, Muscheln, Insektenlarven, sowie gewisse Würmer und Kruster, beispielsweise den Flohkrebs (Gammarus), ab,[1]) von denen einige (Schnecken) — und das ist eminent wichtig — nach Biedermann und Moritz sogar die Fähigkeit besitzen, Zellulose (Rohfaser) ohne bakterielle Hilfe zu verdauen, diesen Schädiger also aus dem Stoffkreislauf auszuschalten. Sie finden wir daher oft noch in Mengen in sonst nahrungsarmen Gewässern, selbst nach dem Verschwinden der planktontischen Kruster und besseren Pflanzen, als ausschließliche Nahrung der Fische. Da nun jedes Tier sich instinktiv die beste, bekömmlichste Kost, sogar bei reichlich gedeckter Tafel, aufsucht, werden wir diese Vertreter der Ufer- und Grundfauna unter Umständen auch in planktonreichen Teichen und Seen als vornehmlichsten Bestandteil im Verdauungstraktus der Fische antreffen. So erklärt sich die neuliche Beobachtung von Schiemenz[2]) vielleicht ganz einwandfrei und, so zu sagen, von selbst. Ähnliche Ideen, wie sie Schiemenz in Altona entwickelte, hatte übrigens schon sein Vorgänger Frenzel. Auf Grund derselben wollte dieser sogar dem bewährten Dubisch-System den Fehdehandschuh hinwerfen, ohne zu bedenken, daß alles Schematisieren in der Fischzucht eine mißliche Sache ist, daß die langjährigen, praktischen Erfahrungen eines Šusta, Gasch, Burda, Walter, Morcinek immerhin volle Berücksichtigung verdienen. — Wichtig ist für Schmutzwässer noch besonders die kräftig desinfizierend wirkende Eigenschaft der Elodea[3]), ein Faktum, welches wir ja auch von Landpflanzen (Eucalyptus, Koniferen) kennen und in hygienischer

---

[1]) Demgegenüber behauptet Seligo, Mitteil. westpr. Fisch.-Ver., Febr. 1904, Allg. Fisch.-Ztg. 1905, S. 385, daß die submersen Wasserpflanzen im großen ganzen erst im verrotteten oder rottenden Zustande für die Mikrofauna in Betracht kommen, die auf und zwischen ihr lebenden Tiere sich vielmehr von dem aus Kiesel-, Grünalgen, Spaltpflanzen usw. bestehenden „Aufwuchs“ ernähren sollen. Dasselbe sagen Rakus u. C. v. Scheidlin, „Praktische Unterweisung“, Wien 1902, S. 10 ff.

[2]) Deutsch. Fisch.-Ztg. 1904, S. 237, Allg. Fisch.-Ztg. 1905, S. 323, fern. J. Šusta, „Ernähr. d. Karpf. u. s. Teichgen.“, Stettin 1888, S. 51 ff., A. Gasch, „Beitr. z. Teichw.“, 2. Aufl., Stettin 1896, E. Weeger, „Über die Aufzucht der Salmonidenbrut“, Brünn 1890, J. Arnold, „Über die Nahr. d. Fische in Binnengew.“, Verh. d. V. Int. Zool.-Kongr. i. Berlin, Fuhrmann, Allg. Fisch.-Ztg. 1905, S. 2 u. a.

[3]) Rakus u. C. v. Scheidlin a. a. O., S. 26.

Beziehung ausnützen. In Industriebezirken, wie z. B. der Lausitz, legt man vielfach mit der Wasserpest bewucherte Klärteiche an; die Resultate sollen befriedigen.

VI. Chlor.

∞ a) Qualitativ. 10 ccm Wasser säuert man mit etwas Salpetersäure an und setzt Silbernitratlösung zu. Je nach dem Gehalt des Wassers an Chloriden entsteht eine leichte bis starke milchige Trübung, welche sich im letzteren Falle beim Schütteln zu weißen, käsigen Flocken zusammenballt.

∞ b) Quantitativ, titrimetrisch. 100 ccm Wasser werden mit etwa 1 ccm einer Lösung von neutralem Kaliumchromat versetzt und so lange mit $^{n}/_{10}$ Silbernitratlösung titriert, bis bei starkem Umrühren die an der Eintrittstelle rötliche Färbung nicht mehr verschwindet. Die erste Spur von Orangefärbung markiert die Endreaktion.

1 ccm der $^{n}/_{10}$ Silbernitratlösung ist = 0,00354 g Chlor oder 0,00584 g Chlornatrium.

Die Menge des gefundenen Chlors immer auf Chlornatrium zu berechnen, ist nicht angängig, da dasselbe häufig auch als Chlorcalcium, -magnesia oder -kali im Wasser vorkommt.

1. Silbernitratlösung. 17 g reines, geschmolzenes, salpetersaures Silber werden mit destilliertem Wasser zu 1 l gelöst (s. „Titrierte Lösungen" am Schluß).
2. Eine kalt gesättigte Lösung von neutralem, chromsaurem Kali, das so oft umkristallisiert wurde, bis es chlorfrei war.

Bei den an organischer Substanz überreichen, also stark gefärbten Wässern (den Moor-, Wald-, Wiesen- und Abwässern), muß vor dem Zusatz von Kaliumchromat eine Entfärbung eintreten, weil sonst der Umschlag nicht scharf genug eintritt. Zu diesem Zweck werden 100 ccm des zum Kochen erhitzten Wassers mit mehreren Körnchen übermangansaurem Kali (bzw. hinreichend Chamäleonlösung, s. Seite 233) versetzt und so lange gekocht, bis die Flüssigkeit hell und klar geworden ist und die Manganoxyde sich flockig abgeschieden haben. Hat man etwas zu viel Kaliumpermanganat zugesetzt, so daß die Flüssigkeit rot gefärbt bleibt, fügt man so lange tropfenweis absoluten Alkohol zu, bis totale Entfärbung eintritt. Dann filtriert man und wäscht aus.

Sollte man zur Zerstörung der organischen Substanz sehr viel Permanganat gebraucht haben, und das mit Lackmuspapier geprüfte Filtrat eine ausgeprägte alkalische Reaktion besitzen, so neutralisiert man mit reiner Salpetersäure und titriert mit $^{n}/_{10}$ Silbernitratlösung, wie oben angegeben.

Da der Harn besonders reich an Chloriden ist, geben uns die Chlorzahlen namentlich im Dorfteich einen guten Anhalt dafür, welche Fäkalmengen bzw. Verunreinigungen sich jeweilig in dem Wasser befinden.

Daß ein allzu hoher Gehalt an Chloriden, und namentlich an freiem Chlor, das tierische und pflanzliche Leben in den Gewässern beeinträchtigt, ist als erwiesen anzunehmen. Das Kochsalz schädigt, da es antiseptisch wirkt, namentlich in kalkarmen Wässern, die Wirkung der nitrifizierenden Fermente ganz wesentlich. Es kann nun gar kein Zweifel bestehen, daß mit dem Aufhören der Nitrifikation ein Absterben jeglicher Vegetation usw. infolge der Vergiftung der Organismen mit Stickstoffverbindungen eintreten wird (Salzböden, auf denen schließlich nur noch der Salzschwaden [Glyceria distans] gedeiht, Vergiftung von Süßwasserbecken durch Meerwasser u. a. m.), doch zeigen gerade die auf den Berliner Rieselgütern nun schon seit Jahren angestellten Beobachtungen, daß die von vielen hervorragenden Agrikulturchemikern auf Grund von Topfversuchen gehegte „Salzfurcht“ namentlich dort übertrieben war, wo, sei es durch reichliche Niederschlagsmengen, sei es durch ständige Rieselung, für eine Auswaschung der Salzmengen gesorgt wird.[1] — In der Nähe von Rügen leben Süßwasserfische (Barsche und Zander) noch bei einem Kochsalzgehalt von 7,5 g, in der Emscher gedeihen Hecht, Barsch, Weißfische sowie zahlreiche niedere Organismen ausgezeichnet bei 3 bis 6 g NaCl im Liter.[2] — Jedenfalls lassen sich, wie die Versuche von Bert und Koenig[3]) gezeigt haben, die Fische und andere Wasserorganismen verhältnismäßig leicht an Dosen von 10 bis 12 g Kochsalz gewöhnen, vorausgesetzt, daß diese Steigerung eine allmähliche ist. Auch das umgekehrte Verhältnis hat statt, doch zeigt uns eine Beobachtung von Apstein,[4]) daß die Tiere im Meere immer die ihnen

---

1) Siehe unter anderem die Untersuchungen der Münchener Biologischen Station über den schädlichen Einfluß der Chloride und Sulfide, Allg. Fisch.-Ztg. 1906, IV, S. 72, R. Otto, Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten, XIV, Heft 3, dagegen F. Fischer, „Das Wasser, seine Verwend., Reinigung u. Beurteilung“, Berlin 1902, S. 38 ff., R. Herzfeld, ebenda S. 219 ff.

2) Fischer a. a. O., S. 50/51.

3) Bert, Compt. rend. 97, 55 und 131, Koenig u. Haselhoff, Landw. Jahrb., Bd. 26, S. 65 ff.

4) K. Brandt, S.-A. aus „Die Beteil. Deutschlands a. d. intern. Meeresforsch.“, I. u. II. Jahresber., S. 13.

am konformsten Wasserschichten aufsuchen. Bert erblickt in dem Schleimüberzuge der Wassertiere ein Schutzmittel gegen die nachteilige Wirkung der Salze. So konnte beispielsweise ein ausgewachsener Süßwasseraal lange Zeit im Meerwasser (von 24 g NaCl pro Liter) leben, als aber von einer Körperstelle der schützende Schleim entfernt war, ging das Tier alsbald zugrunde. Der genannte Forscher folgert daraus, daß infolge der alsdann wirkenden Exosmose eine Austrocknung des Körpers eintritt.[1])

Weit schädlicher als Chlornatrium wirken Chlorcalcium, -magnesium, -strontium und -baryum, doch gehen auch hier die Angaben der einzelnen Versuchsansteller weit auseinander, und zeigt sich bei ihnen wieder die verschieden große Widerstandsfähigkeit der einzelnen Arten und Varietäten, wie die Macht der Gewöhnung.[2]) Dagegen äußern geringe Mengen von Chloriden nur günstige Wirkungen. Galt und gilt doch das Kochsalz vielfach als Universalheilmittel für die verschiedensten Fischkrankheiten, und behaupten doch die erfahrensten Fischzüchter der Welt, die Chinesen, daß ein gewisser geringer Chlornatriumgehalt des Wassers zur Erzielung von Höchsterträgen durchaus notwendig sei.[3]) Außerdem muß hier nochmals ausdrücklich betont werden, daß es, wie bei allen Mineralstoffen, so auch ganz besonders beim Chlor darauf ankommt, ob die Salze direkt — wenn auch in chemisch reiner Form — oder erst nach einer Passage durch den menschlichen bezw. tierischen Körper gegeben werden. Nicht umsonst wollen unsere tüchtigsten Praktiker von „Salzdüngungen“ nichts wissen. Zu untersuchen wäre ferner, inwiefern ceteris paribus mäßige Mengen von Chlor auch im Wasser — ähnlich wie im Boden — die Entwickelung der pflanzlichen Zelle fördern.[4]) Jedenfalls sind die intensiv grüne Färbung des Dorfteiches und der relative Reichtum der Flüsse in der Nähe großer menschlicher Ansiedelungen an gewissen einzelligen Sauerstoffproduzenten immerhin bemerkenswerte Erscheinungen, die ich auf Grund der von mir angestellten Versuche auf das Chlor zurückführen zu müssen glaube.

---

[1]) „In alten Zeiten pflegten die Fischzüchter, damals die Mönche, die Schleie den „Fischdoktor“ zu nennen. Man glaubte, daß Fische welche zufällig äußere Verwundungen erlitten, eine Schleie aufsuchten und die verwundete Stelle an ihrem Körper rieben, um sie wieder mit Schleim zu bedecken, da die Schleien mit diesem schützenden Überzuge so reichlich versehen sind. Ich bin geneigt, zu glauben, daß die Fische in offenen Gewässern noch heute diese Kur gebrauchen.“ H. Mullert, „Der Goldfisch“, 2. Aufl., Stettin 1906, S. 33.

[2]) Fischer, a. a. O. S. 51/52.

[3]) Schweiz. Fisch.-Ztg. 1904, No. 16, S. 162.

[4]) W. Schneidewind und O. Ringleben, Landw. Jahrb. 1904, 33. Bd., III, S. 353 ff.

VII. Kali.

∞ a) Qualitativ. 1. Zu etwa 20 ccm des zu untersuchenden Wassers fügt man einige Kubikzentimeter einer konzentrierten Lösung von saurem, weinsaurem Natrium. Nach längerem Stehen in der Kälte bildet sich bei Anwesenheit von Kali ein weißer

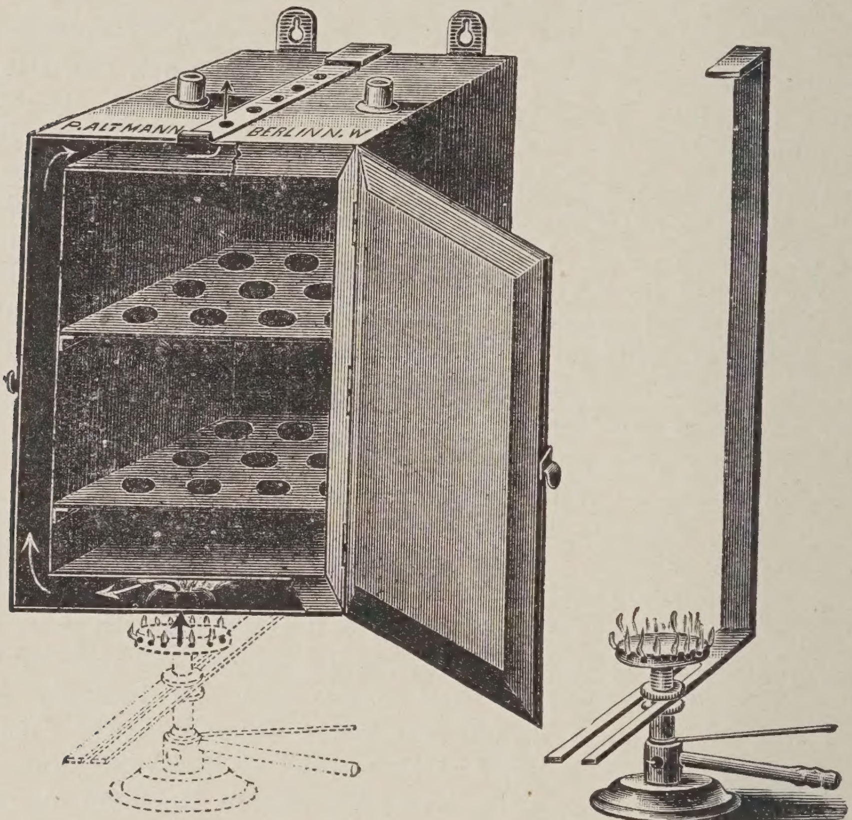


Fig. 52. **Trockenschrank.**
(Paul Altmann, Berlin.)

Niederschlag von saurem, weinsaurem Kali (Monokaliumtartarat), der allerdings bei geringem Kaligehalt auch ganz ausbleiben kann.

∞ 2. Eine größere Menge des vorher eingedampften, zu untersuchenden Wassers säuert man mit Salzsäure an, fällt durch Zusatz von Chlorbaryumlösung die Schwefelsäure und läßt geraume Zeit — mindestens 12 Stunden — bei Zimmertemperatur stehen. Darauf setzt man so lange eine Lösung von gleichen Teilen Ammoniak und Ammoniumkarbonat (Sol. concentr.) zu, bis nichts mehr ausfällt, schüttelt um, wartet einige Zeit, pipettiert von der obenstehenden klaren Flüssigkeit tunlichst viel in eine saubere, trockene Porzellanschale ab, doch so, daß von dem Niederschlage nichts

mit hineinkommt, und verdampft (zuletzt im Wasserbade unter wiederholtem Aufgießen von Alkohol absol.) vollkommen zur Trockene. Die noch einige Zeit in den auf 100° C angeheizten Trockenschrank (s. Fig. 52) gestellte Porzellanschale legt man hierauf auf ein Tondreieck und glüht allseitig so lange vorsichtig, bis alle Ammonsalze sich verflüchtigt haben (kein Rauch mehr von irgend einer Stelle aufsteigt), läßt erkalten, bringt den Niederschlag bzw. den Inhalt der Schale mit siedend heißem Wasser auf ein quantitatives Filter (unter den Trichter eine andere saubere Porzellanschale so stellen, daß das Filtrat am Rande hinunter läuft!), wäscht das Filter bis zum Verschwinden der Chlorreaktion (s. S. 213) mit siedend heißem Wasser aus, versetzt die filtrierte Flüssigkeit in der Schale mit 1 Tropfen Salzsäure, ferner 1 ccm 10prozentiger Platinchloridlösung und dampft in ammoniakfreier Atmosphäre bis zur Sirupdicke ein. Hierauf versetzt man mit 90prozentigem Alkohol (ca. 5 ccm) und läßt bei Zimmertemperatur in ammoniakfreier Atmosphäre eine Weile stehen. Bildet sich ein schwerer, gelber, mikrokristallinischer Niederschlag, so ist Kali in dem Wasser vorhanden.

∞ b) Gewichtsanalytisch, wobei **VIII** gleich **Natrium** mitbestimmt werden kann.

Im allgemeinen sind nach den gemeinschaftlichen Befunden von Cronheim und mir nur mehr Spuren von Kali selbst dort im Wasser vorhanden, wo das angrenzende Gelände sehr intensiv mit Staßfurter Salzen gedüngt wird. In den meisten Fällen wird sich also eine quantitative Analyse kaum lohnen.

Anders liegen die Verhältnisse allerdings in Gegenden, in denen die Kalisalze in zum Teil mächtigen Flözen im Boden vorkommen, und wo das Wasser mehr oder weniger diese Schichten passiert, oder wo endlich die Abwässer der Kaliwerke direkt in die Flüsse geleitet werden. Hier dürften stets relativ große Mengen der Substanz im Wasser gefunden werden.[1]) — Ein gleiches gilt übrigens von Dorfteichen, in die beträchtliche Quantitäten Harn von Wiederkäuern und Schweinen gelangen.

Die vielfach behaupteten schädlichen Wirkungen der Kalisalze auf Fauna und Flora haben sich, soweit es sich um reguläre Düngungen in Teichen mit Chlorkali oder anderen konzentrierten Salzen handelte, als übertrieben herausgestellt, trotzdem möchte ich aber die vorherige Passage durch den Pflanzenkörper auch hier empfehlen.[2])

---

[1]) s. Fischer, „Das Wasser, seine Verwend., Rein. u. Beurteil.“, 3. Aufl., Berlin 1902, S. 289 ff., 297 ff., 457.

[2]) In Anbetracht des Kalihungers gerade der hiesigen (Teschener) Gegend hat man wiederholt hier mit Chlorkali, dem 40prozentigen

Sowie wir jedoch mit den an schädlichen Nebensalzen reichen Rohsalzen zu arbeiten gezwungen sind, ist **allergrößte Vorsicht,** namentlich bei gleichzeitiger Anwendung von Kalk (s. S. 193), dringend geboten. Wissen wir doch aus den Beobachtungen von Ploennis, Jaffé u. a., daß wir durch ein Gemisch von Ätzkalk und 20 bis 25% Kainit bzw. Sylvinit alles tierische und pflanzliche Leben von den Fischen an bis zu den resistentesten Bakterien vollständig vernichten können![1]) — Die bezüglichen Angaben neuerer Lehrbücher sind daher, weil sie der Erfahrung direkt widersprechen, sehr cum grano salis zu nehmen. Unbedenklich ist die Anwendung der Rohsalze dagegen in den Wechselwirtschaften zu Feldfrüchten im letzten Jahre des landwirtschaftlichen Turnus oder zu einer unter Wasser zu setzenden Gründüngung. Ebenso erfahre ich von verschiedenen Seiten, daß eine mäßige Zufuhr von Kainit zu einem an gelöstem, kohlensaurem Kalk reichen Wasser sich sehr gut, schlecht dagegen bei einem gipsreichen Wasser bewährt haben soll. Während im ersteren Falle die Produktivität um 50, ja 70% stieg, und die Fische überaus gesund und kräftig sich zeigten, sank sie im zweiten um ca. **40**% ab. Gleichzeitig traten „eigenartige" Hautausschläge auf. Es stimmen diese Beobachtungen sehr gut mit den von Schneidewind und Ringleben[2]) an Pflanzen gemachten überein. Sehr häufig liest man, wie in der landwirtschaftlichen und jagdlichen, so auch in der fischereilichen Presse, von Vergiftungen des Viehes, Wildes oder der Fische durch die Kalirohsalze. Daß diese Klagen, zum Teil wenigstens, auf Wahrheit beruhen, unterliegt keinem Zweifel.[3]) Bekanntlich bringen die Landwirte den Kainit usw. vorzugsweise im zeitigen Frühling auf die Äcker und Wiesen. Tritt unmittelbar darauf starker Platzregen ein, so wird, namentlich bei abschüssiger Lage der letzteren, ein mehr oder minder beträchtlicher Teil der Rohsalze in den Teich oder See gespült, wo er — beim Fehlen der nötigen Flora — sehr wohl Verderben zu bringen vermag.

Ein sehr rationeller Land- und Teichwirt ließ jahrelang alle Superphosphat-, Thomasmehl-, Kalisäcke, d. h. an einem Tage oft mehr als 100 Stück, im Dorfteich auswaschen, immer mit ersichtlich bestem Erfolge für die Flora und Fauna bis hinauf zu den Fischen. Als er aber, verleitet durch die günstigen Wirkungen der Salze im

---

Düngesalz u. a. m. experimentiert, dabei im großen ganzen jedoch recht schlechte Erfahrungen gesammelt. Sowie man aber die Hutweide gründlich düngte oder die Salze zu den während der Sämerung gebauten Feldfrüchten gab, waren die Erfolge augenfällig.

[1]) Fischerei-Zeitung, Neudamm 1902, S. 156.

[2]) Landw. Jahrb. 33. Bd., III, S. 353 ff., Hoffmann-Berlin, „Düngungsvers. mit Kalk", Arbeiten d. D. Landw.-Ges. 106, 1905, S. 12.

[3]) s. Die Landwirtschaft, Hamburg 1905, No. 3, Mitt. d. D. L.-G. 1905, S. 127.

Dorfteich und in der Voraussetzung, daß der magere den Dünger doch eigentlich besser brauchen könne, als der an und für sich schon reichlich bedachte Entenpfuhl, die Prozedur in einem ca. 1 Morgen großen Weiher vornehmen wollte, krepierte innerhalb 24 Stunden fast der ganze Besatz unter den typischen Erscheinungen der „Salzvergiftung". Eins paßt eben nicht für alle Verhältnisse.

Wohlgemerkt ist in allen diesen Fällen nicht das Kali an und für sich — dasselbe zählt vielmehr zu den notwendigsten, unersetzlichen Nährmaterialien für Pflanze und Tier — der Übeltäter, die Schädigungen führen vielmehr die Nebensalze herbei, die namentlich in den billigeren Sorten das Kali beträchtlich überwiegen.

Das Natrium vermag unter Umständen teilweise das Kali zu ersetzen, steigert die Erträge.[1] Außerdem findet aber wahrscheinlich eine Bildung von phosphor- und salpetersaurem Natron wie im Boden, so auch im Wasser statt, wodurch der Flora und Fauna diese beiden wichtigen Säuren leichter zugänglich gemacht werden.[2]

Endlich ist durch die neuesten, sehr umfassenden Versuche von Wagner[3] auf das bestimmteste festgestellt worden, daß das Natron eine in hohem Grade beachtenswerte Wirkung auf die Kulturpflanzen ausübt. Bei der einen Pflanzenart tritt diese Wirkung mehr, bei der anderen weniger hervor. Das Natron ist nicht nur imstande, den Kalihunger der Pflanzen bis zu einem gewissen Grade zu stillen, sondern es übt — auf gewisse Pflanzen wenigstens — noch einen ganz besonderen Einfluß aus, eine Wirkung, die durch vermehrte Kalidüngung nicht ersetzt werden kann. Inwiefern diese Verhältnisse für das Wasser zutreffen, ist eingehender Versuche wert.

Ein tunlichst großes, gemessenes Quantum des durch ein Faltenfilter (Fig. 36) filtrierten Wassers wird in einer Porzellanschale unter Salzsäurezusatz stark auf etwa 3 bis 40 ccm eingeengt, quantitativ in ein 250 oder 500 ccm fassendes Maßkölbchen gebracht und die Schale mit kaltem oder warmem, destilliertem Wasser so lange nachgespült, bis sie ganz sauber ist. Hierauf versetzt man die nunmehr etwa 150 bis 200 ccm betragende salzsaure Flüssigkeit, wie bei der Bestimmung der Schwefelsäure (S. 226) beschrieben, ev. unter Erwärmen so lange mit Chlorbaryumlösung, bis nichts mehr ausfällt, gibt von der letzteren noch einen kleinen Über-

---

[1]) Wagner, „Stickstoffdüngung d. landw. Kulturpfl.", Berlin 1892, S. 230 ff., Schneidewind u. Müller, Journ. f. Landw. 1896, S. 7, 1898, S. 7, Wilfarth, „Üb. d. Kalibed. ein. Pfl.", Arb. d. Deutsch. Landw.-Ges., 1898, Heft 34, S. 51 ff.

[2]) Biedermanns Zentralbl. f. Agrikulturchemie 1905, S. 18.

[3]) P. Wagner, „Die Düngung mit schwefels. Ammoniak und organischen Stickstoffdüngern", Arb. d. Deutsch. Landw.-Ges., Berlin 1903, 80, S. 23/24.

schuß und läßt, um alle Schwefelsäure sicher an das Baryt zu binden (was bei geringen Mengen stets längere Zeit dauert), 12 Stunden lang bei Zimmertemperatur stehen. Sodann versetzt man die Flüssigkeit so lange mit einer Lösung von 25 prozentigem Ammoniak und Ammoniumkarbonat (Solut. conc.) 1:1, bis kein Niederschlag mehr entsteht, gibt wieder einen kleinen Überschuß, füllt mit destilliertem Wasser bis zur Marke auf, mischt und läßt 3 bis 4 Stunden lang absetzen. Von der obenstehenden, klaren Flüssigkeit pipettieren oder filtrieren wir einen aliquoten Teil — sagen wir 100 oder 50 ccm — so ab, daß keine Spur des Niederschlages in die Pipette kommt, und dampfen sie in der Porzellan- oder Platinschale auf dem Wasserbade zur Trockene ein, wobei wir, um das Vertreiben der letzten Spuren von Feuchtigkeit zu beschleunigen, den zum größten Teile aus stark hygroskopischen Ammoniaksalzen bestehenden Niederschlag mehrere Male mit Alkohol absol. übergießen. Die Schale bringen wir darauf etwa 2 Stunden lang in den auf 102° C gehaltenen Trockenschrank. Ist der Salzniederschlag ganz trocken, so legen wir die Schale auf einen mit einem größeren Tondreieck (Fig. 53) versehenen Dreifuß und glühen allerorts vorsichtig so lange, bis alle Ammonsalze sich verflüchtigt haben, und an keiner Stelle mehr ein qualmender Rauch aufsteigt.

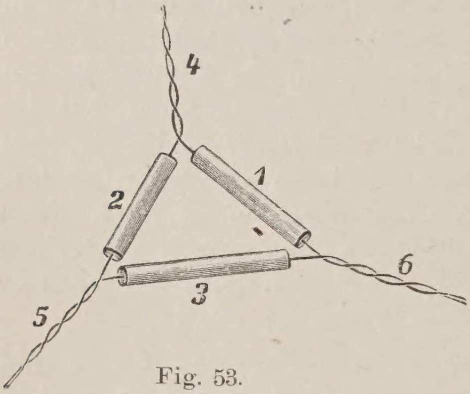


Fig. 53.
Tondreieck.

Der Inhalt der Schale wird mit kochend heißem Wasser aus einer Spritzflasche aufgenommen und durch ein Filter (Marke „Schwarzband“) in eine kleine Porzellanschale filtriert; Schale, sowie Filter werden so lange mit kochend heißem Wasser aus einer Spritzflasche (s. Kap. II) nachgewaschen, bis das Filtrat keine Chlorreaktion mehr ergibt.

Das Filtrat in der Porzellanschale versetzen wir darauf mit einigen Tropfen Salzsäure und mit hinreichend Platinchlorid, dampfen in ammoniakfreier Atmosphäre auf dem Wasserbade bis zur Sirupdicke ein, versetzen nach dem Erkalten mit etwa 10 bis 20 ccm 90 prozentigem Alkohol und filtrieren nach ca. $^1/_2$ bis 1 Stunde durch einen mit ausgeglühtem Asbest beschickten,

2 Stunden lang bei 100° C getrockneten, gewogenen Gooch-Tiegel aus Porzellan. Nachdem der Inhalt der Porzellanschale mit Hilfe des Gummiwischers und des Nachspritzens mit 80- bis 82prozentigem Alkohol quantitativ in den Tiegel übergeführt wurde, waschen wir ihn noch 5 bis 6mal mit diesem Alkohol, sowie 2mal mit Äther nach, trocknen das Kaliumplatinchlorid 2 Stunden im Trockenschrank bei 100° C, lassen den Tiegel im Exsikkator erkalten und wägen. 1 g Kaliumplatinchlorid ist = 0,194 g K_2O (Kali), = 0,307 g Chlorkalium.

Um gleichzeitig das Natrium neben dem Kali zu bestimmen, dampfen wir das nach Abrauchen der Ammonsalze erhaltene Filtrat unter Salzsäurezusatz in einer vorher gewogenen Schale im Wasserbad oder Trockenschrank (bei 100° C) zur Trockene ein, lassen im ersteren Falle, um die am Außenrande der Schale sitzende Feuchtigkeit zu verdampfen, im Trockenschrank ½ bis 1 Stunde lang nachtrocknen, die Schale im Exsikkator erkalten und wägen.

Den Niederschlag in der Schale lösen wir hierauf mit heißem, destilliertem Wasser, versetzen mit einigen Tropfen Salzsäure und hinreichend Platinchlorid und verfahren, wie im voraufstehenden angegeben.

Berechnung: 10 l Wasser sind auf 500 ccm gebracht worden. In 100 ccm = 2 l wurden gefunden:

Chlornatrium + Chlorkalium	1,4826 g
Kaliumplatinchlorid = 1,0624 g = Chlorkalium . . .	0,3262 g
also Chlornatrium	1,1564 g
1 g Chlornatrium = 0,530 g Natron, also Natron (Na_2O)	0,6117 g
1 g Chlorkalium = 0,632 g K_2O / 1 g Kaliumplatinchlorid = 0,194 K_2O } also Kali (K_2O)	0,206 g

Pro Liter 0,3059 g Na_2O und 0,103 g K_2O.

Platinchloridlösung. 1 Teil trockenes Platinchlorid wird in 10 Teilen destillierten Wassers gelöst (s. „Reagenzien“ am Schluß).

IX. Eisen.

∞ a) Quantitativ. 10 bis 20 ccm des zu untersuchenden Wassers werden im Reagenzgläschen mit 1 ccm Salpetersäure angesäuert, bis zum Sieden erhitzt, in kaltem Wasser abgekühlt (Reagenzglas in ein Becherglas mit kaltem Wasser stellen!) und mit Rhodanammoniumlösung (1 Teil Rhodanammonium zu 10 Teilen destillierten Wassers) versetzt.

Rotfärbung zeigt die Gegenwart von Eisen an, die Intensität entspricht auch hier der Menge.

∞ b) Quantitativ titrimetrisch. 1. Für die Bestimmung des Eisens nach dem Grade der durch dasselbe hervorgerufenen Färbung (kolorimetrisch) muß das Eisen in der Form des Oxyds vorhanden sein. Man unterwirft daher jedes Wasser erst einer Oxydation. Dazu mißt man mit einem Maßgefäß ein bestimmtes Quantum von dem filtrierten Wasser ab und erhitzt dasselbe unter Zusatz von einer geringen Menge von chlorsaurem Kali (einigen Kristallen) und Salz- bzw. Salpetersäure so lange, bis der Geruch nach Chlor resp. salpetriger Säure verschwunden ist. Nach dem Abkühlen gießt man die Flüssigkeit in dasselbe Maßgefäß, mit welchem man sie vorher abgemessen hat, zurück, spült das zum Erhitzen benutzte Becherglas wiederholt mit geringen Mengen destillierten Wassers nach, gibt diese in das Maßgefäß und fügt ev. noch so viel Wasser zu, daß das ursprüngliche Volumen erreicht ist. Von dem so vorbereiteten Wasser bringt man 100 ccm mittels einer Pipette in einen Standzylinder aus farblosem Glas, wie er für die Bestimmung der Härte der Wassers benutzt wird (Fig. 24) oder besser noch in die nebenbei abgebildeten Hehnerschen Zylinder. In vier andere, gleiche Zylinder gibt man je 100 ccm destilliertes Wasser und je 1 bis 4 ccm einer Ferrisalzlösung, welche in einem Kubikzentimeter 0,1 mg Eisen (Fe) enthält. Alsdann versetzt man jeden der destilliertes Wasser enthaltenden Zylinder mit 1 ccm konzentrierter Salzsäure, sowie sämtliche fünf mit 2 bis 3 ccm der sub a) angegebenen Rhodanammoniumlösung und rührt mit einem Glasstab um. Die Lösungen färben sich verschieden intensiv rot, nach einigen Minuten tritt das Maximum der Intensität ein.

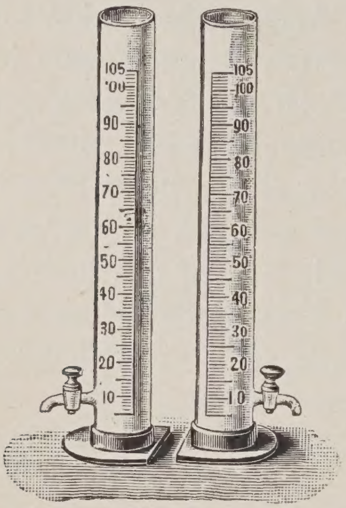


Fig. 54.
Hehnersche Zylinder zur kolorimetrischen Bestimmung des Eisens im Wasser.
(Paul Altmann, Berlin.)

Man setzt alsdann den Zylinder mit dem zu untersuchenden Wasser neben die Zylinder mit den Vergleichslösungen auf weißes Papier und vergleicht durch Beobachtung von oben herab die Färbung. Ist dieselbe in dem zu untersuchenden Wasser geringfügiger als in dem ersten Zylinder mit der Vergleichslösung, so

wird im allgemeinen der Eisengehalt für die vorliegenden Zwecke zu vernachlässigen sein, ist sie dagegen särker als in dem letzten Zylinder mit der Vergleichslösung, so ist eine neue Probe des zu untersuchenden mit destilliertem Wasser so lange zu verdünnen, bis die Färbung zu einer der Vergleichslösungen paßt. — Vergleichslösungen von anderer Stärke als der hier angegebenen dürfen nicht verwendet werden. —

2. Um eine Blaufärbung zu erhalten, versetzt man die vier Zylinder, welche das destillierte Wasser enthalten, mit 1 bis 4 ccm der oben angegebenen Ferrisulfatlösung und fügt je $^1/_2$ ccm konzentrierte Salzsäure und weiterhin 1 ccm Kaliumferrocyanid hinzu. Die gleiche Menge des letzteren erhält auch das, wie sub 1 angegeben, vorbereitete, zu untersuchende Wasser. Die weitere Arbeit ist dieselbe, wie vorher beschrieben.

Welche von beiden Lösungen man benutzen will, bleibt dem Belieben des Einzelnen bzw. der Empfindlichkeit seines Auges überlassen.

Ähnlich wie bei der Härtebestimmung kann man sich übrigens auch im vorliegenden Falle sehr leicht durch einen Vorversuch im Reagenzglase davon überzeugen, welche Mengen von Eisen ungefähr vorhanden sind, bzw. ob eine Verdünnung sich als notwendig erweist.

Würden beispielsweise die bei der qualitativen Prüfung benutzten 10 ccm eine sehr intensive Rötung ergeben haben, so werden wir gut tun, für die kolorimetrische Bestimmungsmethode nicht mehr als 10 ccm des zu untersuchenden und 90 ccm Aqu. dest. zu verwenden.

Berechnung. 10 ccm der zu untersuchenden Wasserprobe waren mit destilliertem Wasser zu 100 ccm aufgefüllt worden. Die Intensität der Färbung lag dann zwischen derjenigen der mit 2 und 3 ccm der Vergleichslösung versetzten Zylinder. Da, wie oben erwähnt, 1 ccm der Vergleichslösung 0,1 mg Fe entspricht, ergibt sich aus der Intensität der Färbung, daß das untersuchte, verdünnte Wasser zwischen 0,2 und 0,3 mg Eisen aufweist. Nun sind aber in den 100 ccm des untersuchten nur 10 ccm des ursprünglichen Wassers enthalten, also würde das ursprüngliche zehnmal mehr Eisen aufweisen, d. h. 2 bis 3 mg in 100 ccm oder 0,02 bis 0,03 g im Liter.

Kommt es darauf an, diese Bestimmung noch genauer zu gestalten, so würde man zwischen den Zylindern mit 2 und 3 ccm der Vergleichslösung einen weiteren mit $2^1/_2$ ccm einschalten.

Lösung von Kaliumferrisulfat erhält man, indem man 0,898 g reines, trockenes Eisenalaun mit wenig Wasser zu 1 l löst. Kaliumferrocyanid 1 Teil zu 10 Teilen Wasser.

Die für den Zusatz in den Vergleichsgefäßen bestimmten 1 bis 4 ccm des Ferrisalzes mißt man zweckmäßig in einer 10 ccm in $^1/_{10}$ enthaltenden Tropfpipette ab (unteren Meniskus ablesen, Zeigefinger der rechten Hand befeuchten!).

c) Gewichtsanalytisch. Enthält ein Wasser größere Mengen von humussaurem Eisen und Tonerde, was leicht schon an der Farbe oder dem Geschmack des Wassers sich erkennen läßt, so dampft man etwa 1 l mit etwas Salzsäure unter Zusatz von einigen Körnchen chlorsauren Kalis zu etwa 50 ccm in der Porzellanschale, zuletzt auf dem Wasserbad ein, spült quantitativ in ein Becherglas über, fügt Ammoniak hinzu, bis die Flüssigkeit eben schwach alkalisch ist, und erhitzt so lange zum Kochen, bis der Geruch nach Ammoniak nicht mehr wahrgenommen werden kann. Den Niederschlag filtriert man durch ein Filter von schwedischem Filtrierpapier, wäscht heiß aus, glüht und wägt als Eisenoxyd und Tonerde.

Wie bereits verschiedentlich erwähnt wurde, ist die Kenntnis des Eisengehaltes seines Wassers für den Teichwirt meist recht bedeutungsvoll, weil einmal durch einen zu hohen Gehalt an Eisen per se,[1] besonders aber bei Anwesenheit schädlicher Eisenverbindungen, wie des Schwefeleisens,[2] die Entwickelung der Fauna und Flora einschließlich der Fischbrut verhindert werden kann. Eisenoxydul und Schwefeleisen entstehen dort, wo, wie in Schmutzwässern, aber auch in Seen beim Absterben der durch die Pflanzen produzierten organischen Massen, in Teichen bei unverständiger Düngung u. a. m. der freie Sauerstoff fehlt und der zur Entwickelung der anaëroben Organismen nötige daher den Sulfaten, Karbonaten usw. entzogen wird, infolge von Reduktionsprozessen. Sowie nach stattgehabter Selbstreinigung des Gewässers die Sauerstoffwerte, auch in den tieferen Schichten, wieder ansteigen, wird Eisenoxydul oxydiert, Schwefeleisen aber in Ferrosulfat verwandelt. Eisenbakterien, zu denen Cladothrix und Crenothrix[3]) hauptsächlichst zu rechnen sind, sind befähigt, Eisenoxydul zu oxydieren und aus kohlensaurem Eisenoxydul $Fe_2(OH)_3$ abzuscheiden, die Stahlwässer, welche genanntes Karbonat enthalten,

---

[1]) Benecke, „Die Teichwirtschaft“, 4. Aufl., Berlin 1901, S. 82 ff.

[2]) Dafert, „Kleines Handbuch d. Bodenkunde“, Neudamm 1885, S. 191, Orth in Knauthes „Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 197, Becker, „Leitfaden der Düngerlehre“, Bautzen 1901, S. 102, Br. Tacke, Ztschr. f. Fisch., Berlin 1902, X, S. 51 u. a.

[3]) Winogradski, „Über Schwefelbakterien“, Bot. Ztg. 1887, „Rech. physiol. s. l. sulfobactéries“, Ann. Inst. Past., III, 1889, V, 1891.

zeigen braune Flocken der Eisenoxydbase und setzen dieselben am Boden ab. Auf diese Weise ist der in den Mooren und Sümpfen lagernde Raseneisenstein entstanden. — Gleich dem Zinkhydrat, Kupferoxyd u. a. wird auch das Ferrihydrat nach Hofer[1]) dadurch schädlich, daß es sich beim Atmen der Fische mit dem Atemwasser auf den Kiemen festsetzt, dadurch den Atmungsvorgang unmöglich macht und schließlich den Erstickungstod der Fische bewirkt. Dasselbe gilt auch von den Eiern der Forellen usw., wie ich seinerzeit zu meinem eigenen Schaden erfuhr. — Nach R. Leuckart[2]) wirken Braunsteintrübe und Quarzsand dadurch schädlich auf die Fische, daß sie dieselben mechanisch verletzen und durch Arsen und Kupferverbindungen vergiften. — Weiterhin geht die Phosphorsäure sehr gerne und leicht mit dem Eisen eine schwer-, ja fast unlösliche Verbindung ein („Rückgehen der Phosphorsäure“).

Wo schädliche Eisenverbindungen im Boden vermutet werden, ist derselbe daraufhin nach Kap. II chemisch oder nach Kap. I No. III biologisch zu prüfen. Interessant und weiterer experimenteller Verfolgung sicher wert ist die Bemerkung von K. Nicklas,[3]) daß der bekannte Goldfischzüchter Chr. Wagner in Oldenburg durch Zuführung von Galläpfeln, Lohe und Eisensalzen besonders schöne Farbennuancen bei seinen Fischen erzielt haben soll.

Als Universalheilmittel erweisen sich in diesen Fällen der Kalk, bzw. die Magnesia, mit denen ev. das Quellgebiet der Zuflüsse gründlich abzudüngen ist. Es wird nämlich der Kalk das vorhandene doppeltkohlensaure Eisenoxydul seiner Beweglichkeit und leichten Löslichkeit berauben und in unschädliche Eisenoxydverbindungen überführen, in gleicher Weise wird schädliches Schwefeleisen im Boden bzw. Wasser durch Kalk in Gips und Braunstein übergeführt.[4])

Wie im voraufstehenden (S. 38) bereits betont wurde, glaubte Bonnema[5]) durch Versuche nachgewiesen zu haben, daß die Fixation des Luftstickstoffs weniger ein biologischer Vorgang sei, sondern auf rein chemischem Wege vonstatten gehe, und zwar durch Vermittelung des Eisenoxydhydrates, welches angeblich imstande sei, den elementaren Stickstoff zu oxydieren und in salpetrige Säure überzuführen. F. Sestini[6]) hat über diese Frage eingehende Versuche angestellt und ist dabei zu dem Resultat gelangt, daß wohl die Bildung von Nitritstickstoff durch Vermittelung des Eisenoxydhydrates statthat, daß aber nicht der freie Luftstickstoff, vielmehr das in der Luft (dem Wasser) vorhandene Ammoniak zu salpetriger Säure

---

1) Allg. Fisch.-Ztg. 1894, S. 394.

2) „Gutacht. üb. d. Verunr. v. Fischw.“, Kassel 1886.

3) „Lehrb. d. Teichwirtschaft“, 2. Aufl., Stettin 1898, S. 35.

4) M. Hoffmann-Berlin, „Düngungsversuche mit Kalk“, Arb. d. D. L.-G., Heft 106, S. 11.

5) Chemiker-Zeitung, 27, S. 148 ff.

6) Landw. Versuchsstationen 1904, 60. Bd., S. 103 ff.

oxydiert wird. Sehr bald aber bildet sich eine Art Gleichgewichtszustand zwischen Ammoniak, Eisenoxydhydrat und salpetriger Säure, welcher aufrecht erhalten bleibt, solange nicht durch Sättigung oder Entziehung des einen oder anderen Bestandteiles (z. B. der Nitrite durch die Nitrobakterien bzw. das bunte Gemisch der Salpeterzerstörer und -fresser) dieses Gleichgewicht gestört wird.

X. Schwefelsäure.

∞ a) Qualitativ. 20 ccm des zu untersuchenden Wassers werden im Reagenzgläschen mit einigen Tropfen Salzsäure und dann unter Kochen mit genügend 5 prozentiger Chlorbaryumlösung versetzt. Man läßt noch einige Zeit in der Wärme, dann in der Kälte stehen.

Bei Anwesenheit von Schwefelsäure bildet sich, wie beim Kalk, eine milchige Trübung bzw. ein milchiger Niederschlag, aus dessen Stärke man auf die Menge Schwefelsäure schließen kann.

∞ b) Quantitativ. 1. Titrimetrisch s. Kap. II. 2. Gewichtsanalytisch ebenda.

Die Schwefelsäure, die in freiem, nicht gebundenem Zustande nach den Untersuchungen von C. Weigelt, J. Koenig u. a. als eines der stärksten Fischgifte angesprochen werden muß, und die in den von der Industrie verschmutzten Gewässern vielfach eine so traurige Rolle spielt, bildet sich auch in nicht verunreinigten überall dort, wo Eiweißstoffe faulen, also vor allen Dingen in den Teichen, welche Mistjauche, Haus- oder Küchenwässer aufnehmen. Daher erhalten wir im Dorfteich stets relativ hohe Schwefelsäurezahlen. Allein hier wird sie fast immer von den Basen: Kalk, Kali, Magnesia, Eisen vollständig neutralisiert; nur dort, wo diese nicht zureichen, findet sich die Schwefelsäure frei vor und bedingt alsdann einen rapiden Abfall der Produktivität.

In Gegenden, welche Steinkohlen als Brennstoff verwenden, ist die Atmosphäre durch Ruß, teerige Stoffe und schweflige Säure verunreinigt, welche allmählich in Schwefelsäure übergeht. — In Ergänzung der Seite 22 enthaltenen Angaben von Schroeder reproduziere ich hier einige weitere aus F. Fischer, „Das Wasser“, S. 6, mit dem ausdrücklichen Bemerken, daß für einige in sehr weichen Wässern in letzter Zeit beobachtete Fischsterben (Bestwinka u. a. m.) nur die mit den Niederschlägen gekommenen großen Mengen von freier Schwefel- und schwefliger Säure verantwortlich gemacht werden können, und das um so eher, als an diesen Tagen Wind wie Wolken aus einer starken Industriegegend (Kohlenbergwerke, Hüttenwerke) kamen und die Saaten nach diesen Güssen teilweise ebenfalls kränkelten. Gleichwie in den Städten nimmt auch in Rauchgegenden speziell der

Schnee sehr leicht die in der Luft vorhandene Schwefel- bzw. Schwefligsäure auf, welch letztere bald in Schwefelsäure übergeht.

Ort	Regen p. Ltr. mg SO_2	Ort	Schnee pro kg am 1. Tag mg SO_3	1. Tag mg SO_2	2. Tag mg SO_3	2. Tag mg SO_2	10. Tag mg SO_3	16. Tag mg SO_3
Chaudfontaine (Prost) .	4—19	München (Sendtner)	7	—	17,6	—	62,2	91,8
Fabrikgegend (Smith) .	70	do.	3,1	3,4	29,4	1,6	—	—
Liverpool	35							
Manchester	50							
Newcastle o. Tyne . .	430							

Freie Schwefelsäure bildet sich ferner durch Zersetzung der im Boden befindlichen Sulfate, besonders des schwefelsauren Eisens bei Kalkmangel, wie in einem von Hofer[1]) untersuchten Falle, infolge des Einflusses einer Sandwäscherei. Das Wasser enthielt an der Seite des Teiches, wo die Abwässer einmündeten, 9 mg, an der entgegengesetzten 2 bis 3 mg freie Schwefelsäure im Liter. — Die trüb bläulich-weiß gefärbte, mit Schleim bedeckte Oberhaut der Karpfen war mazeriert, die Kiemen waren auffallend stark verändert, zeigten neben weißen Flecken tief dunkelrote bis braune Partien, in welche Pilze eingewachsen waren.

Solange in den Abwässerproben absorbierter Sauerstoff vorhanden ist, kommt es nicht zur stinkenden Fäulnis. Nachdem aber der absorbierte Sauerstoff verzehrt wurde, sind den aëroben Bakterien bzw. der sonstigen in Frage kommenden aëroben Flora und Fauna nicht mehr so günstige Lebensbedingungen geboten. Die in Abwässern stets vorhandenen anaëroben bzw. fakultativ anaëroben Organismen beginnen nunmehr das Übergewicht zu bekommen und, indem sie den für ihren Stoffwechsel nötigen Sauerstoff aus den Sulfaten, Nitraten, Karbonaten u. dergl. entziehen, leiten sie die Reduktion dieser schwefel-, stickstoff- und kohlenstoffhaltigen Verbindungen ein; es kommt zur Bildung der stinkenden Kohlenwasserstoffe, der Sulfide und der ihnen entsprechenden Stickstoffverbindungen.[2]) Außerdem wissen wir, daß, ebenso wie durch Beggiatoa, Pseudomonas, vielleicht auch die Wasserblütenalgen, der Schwefelwasserstoff zu Schwefel oxydiert,[3]) dieser so gebildete Schwefel von anderen wieder in Sulfide usw. reduziert wird und dadurch Veranlassung zur massenhaften Bildung von Schwefelwasserstoff gegeben wird (Spirillum

[1]) Allg. Fisch.-Ztg. 1906, S. 73.

[2]) F. Fischer, „Das Wasser“, Berlin 1902, S. 177.

[3]) Winogradski, Bot. Ztg. 1887, „Recherches sur les sulfobactéries“, Ann. de l'Inst. Pasteur, III, V.

desulfuricans Beij.),[1]) während dritte den Schwefel in Schwefelsäure verwandeln und so in kalkreichen Gewässern an der Entstehung von Gipslagern hervorragend beteiligt sind.[2]) Das Gesagte gilt natürlich von allen durch organische Substanzen verschmutzten Gewässern, also auch von unverständig gedüngten Teichen und Seen beim Faulen der Elodea, Wasserblüte u. a. m., daher nach Seligo[3]) die Schar mancher Moorteiche ganz mit Schwefeleisen und Eisenoxydul überzogen ist. Durch fleißiges Befischen[4]) sowie Impfen des Grundes vermögen wir sowohl die geschilderten Prozesse hintanzuhalten, wie weiterhin die gebildeten Sulfide zu oxydieren und unschädlich zu machen. — Schädlich auf die Fauna und Flora wirken Zink-, Kupfer-, Eisensulfat, sowie nach Hofer[5]) auch starke Dosen von schwefelsaurem Natron, schwefelsaurer Magnesia u. a.

Ob die schwefelsauren Verbindungen günstiger oder ungünstiger wirken als die kohlensauren, bedarf noch der näheren Untersuchung, da die Experimente im Aquarium hierbei durchaus nicht maßgebend sind. Ich glaube aber das letzere, und hervorragende Teichwirte stimmen mir darin vollkommen bei.

XI. Kieselsäure.

∞ Quantitativ nach E. Raben.[6]) Zur Isolierung derselben ist es notwendig, größere Mengen einzudampfen. Zu diesem Zweck filtriert man reichlich 3 l Wasser durch gehärtete Filter (Schleicher & Schüll-Düren), und zwar in Blechgefäße aus Zink, da eine längere Berührung des meist alkalisch reagierenden Wassers mit den Wandungen einer Glasflasche eine Aufnahme von Kieselsäure zur Folge haben, die nachherige Analyse mithin zu hohe Werte ergeben würde. Das Filtrieren des geschöpften Wassers ist nötig, um Organismen, wie Diatomeen, Radiolarien usw., welche, mit verarbeitet, einen unrichtigen Wert für die tatsächlich gelöste Kieselsäure geben würden, auszuscheiden. Genau 3 l des so behandelten Wassers werden sodann in einer geräumigen Platinschale, unter Zusatz von Salzsäure, auf dem Wasserbade zur

---

[1]) Beijerinck, Zentralbl. f. Bakteriol. 1895, 1 bis 3, Schikora, Ztschr. f. Fisch. 1899, S. 10.

[2]) M. Hoffmann-Berlin, „Die neuesten Ergebn. d. Agrik.-Bakt.“, Anl. z. No. 489 d. Nachr. a. d. Klub d. Landw., Berlin 1906, S. 4495 ff.

[3]) Seligo, Mitt. westpr. Fisch.-Ver., Febr. 1904.

[4]) Schimanski, Fisch.-Ztg. 1901, S. 369.

[5]) Allg. Fisch.-Ztg. 1906, S. 72.

[6]) „Üb. quantit. Bestimmung v. Stickstoffverb. i. Meereswass., n. e. Anh. üb. d. quant. Best. d. i. Meeresw. gel. Kiesels.“, Wissensch. Meeresunt. Abt. Kiel, n. F., Band 8, 1904, S. 99.

Trockene eingedampft. Der trockene Salzrückstand mit dem Platinspatel (Fig. 84) möglichst fein zerkleinert, nochmals mit Salzsäure durchfeuchtet, wieder getrocknet, und dieses Verfahren im ganzen dreimal durchgeführt, um die Kieselsäure unlöslich zu machen. Schließlich wird der zurückbleibende Salzrückstand noch kurze Zeit — etwa eine Stunde — im Trockenschrank auf 120° erhitzt, bis jegliche Spur von Salzsäure verjagt ist. Hierauf wird der Rückstand mit Salzsäure übergossen, nach etwa 20 Minuten warmes Wasser zugegeben und auf dem Wasserbade erwärmt, bis sich etwa gebildete basische Chloride gelöst haben. Die ungelöst bleibende amorphe Kieselsäure, welche in Flocken in der Flüssigkeit schwimmt, wird nunmehr durch ein kleines Filter abfiltriert und mit kochendem Wasser so lange ausgewaschen, bis eine Probe des Filtrates, auf Platinblech verdampft, keinen Rückstand hinterläßt oder mit Silbernitrat keine Chlorreaktion mehr gibt. Filter mit Rückstand wird im Platintiegel verascht, zunächst über einem guten Bunsenbrenner und schließlich zehn Minuten lang im Gebläse geglüht, um ganz sicher zu sein, daß der Kieselsäure sämtliches Wasser entzogen ist. Der Glührückstand wird im Exsikkator über Schwefelsäure erkalten gelassen und als SiO_2 gewogen.

Ist das restierende Siliciumdioxyd nicht rein weiß bzw. höchstens nur eine Spur gelblich gefärbt, so wird der Tiegelinhalt mit einigen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure durchfeuchtet und reine Flußsäure zugegeben, worauf die Kieselsäure auf dem Wasserbade als Tetrafluorid verjagt und die Schwefelsäure im Luftbad abgeraucht wird. Es hinterbleibt dann bisweilen noch ein geringer, rötlich gefärbter Rückstand, der bis zur vollständigen Entfernung etwaiger Schwefelsäure mit kohlensaurem Ammon durchfeuchtet und nochmals geglüht und gewogen wird. Das Gewicht dieses Rückstandes ist von dem durch die erste Wägung gefundenen Werte für SiO_2 in Abzug zu bringen, um die tatsächlich vorhandene Menge SiO_2 feststellen zu können.

Bekanntlich gehört die Kieselsäure für eine große und sehr wichtige Gruppe von Organismen, die Diatomeen (s. S. 41) zu den unentbehrlichen Nährstoffen. Ihre Wucherung wird ceteris paribus mithin durch die im Wasser gelösten Mengen dieses Substrates bedingt sein (Brandt).[1]) Da diesbezügliche Untersuchungen leider aus

---

[1]) Wissensch. Meeresunt., Bd. 6, Abt. Kiel, S. 71, Verhandl. V. Intern. Zool.-Kongr. Berlin, Okt. 1901, S.-A., u. a. m.

dem Süßwasser noch nicht vorliegen, gebe ich im folgenden eine graphische Darstellung der bezüglichen Verhältnisse in der Ost- und Nordsee mit den dazu gehörigen Bemerkungen von Brandt wieder: „Bis jetzt sind von Dr. Raben die Ergebnisse von 66 quantitativen Kieselsäurebestimmungen des Seewassers von Nord- und Ostsee veröffentlicht worden, die ich — unter Zufügung von vier Bestimmungen Dr. Rabens für November 1904 — [1]) in die nachstehende graphische Darstellung eingetragen habe (siehe die in Fig. 55 dargestellte Kurve 3). Die für die Ostsee-Wasserproben (von verschiedenen Stellen und aus verschiedener Tiefe) ermittelten Werte sind durch einen vollen Kreis wiedergegeben, außerdem sind die höchsten und ebenso auch die niedrigsten Werte miteinander durch punktierte Linien, die Mittelwerte für die Ostsee durch eine zusammenhängende Linie verbunden. Die leeren Kreise geben die Werte, welche für die Nordseeproben gefunden sind, wieder. Die graphische Darstellung zeigt vor allem, daß in der Ostsee eine gewisse Periodizität vorliegt, insofern, als im November und Februar hohe, im Mai niedrige Zahlen für Kieselsäure angetroffen werden.“[2]) „Der Gehalt an gelöster Kieselsäure steigt vor der Diatomeenwucherung im Frühjahr bis auf 1,5 m in einer Million Teilen Wasser. Zur Zeit der größten Diatomeenwucherung enthält ein quantitativer Planktonfang in der Kieler Föhrde 0,54 g Diatomeenkieselsäure.[3]) Wegen des bei den sehr kleinen Diatomeen besonders starken Filtrationsverlustes multipliziere ich den ermittelten Wert mit $\frac{3}{1,5}$ und erhalte 1,08 g Diatomeenkieselsäure in 1 cbm Wasser. Das Verhältnis zwischen gelöster und Diatomeenkieselsäure in 1 cbm Meeres-

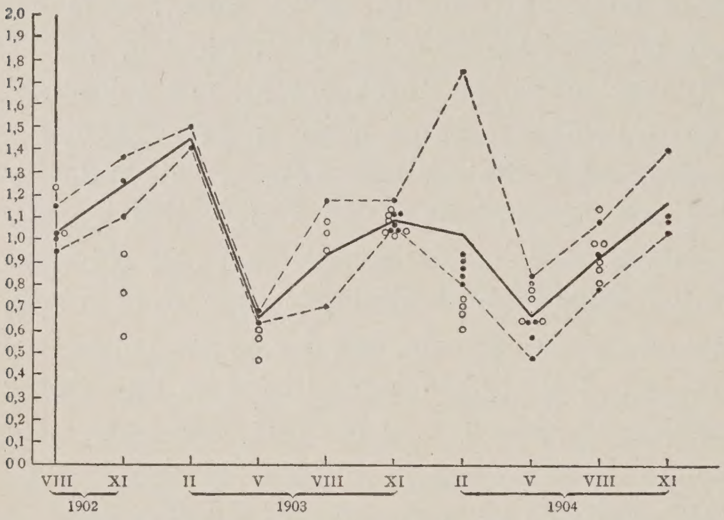


Fig. 55. Kurve 3.
Graphische Darstellung des Kieselsäuregehaltes im Nord- und Ostseewasser nach Brandt.

[1]) E. Raben, „Weit. Mitt. üb. quant. Bestimm. v. Stickstoffverb. u. v. gelöst. Kiesels. i. Meeresw.“, Wissensch. Meeresunt. Abt. Kiel, n. F., Bd. 8, S. 286 u. 287.

[2]) Deutsch. Wissensch. Kommiss. f. d. intern. Meeresf. Abt. Kiel (Etatsjahr 1904), Berlin 1906, S.-A., S. 33.

[3]) Wiss. Meeresunt., Bd. 6, Abt. Kiel, S. 71.

wasser beträgt dann etwa 1 : 1, ist also mehrfach so ungünstig, wie das zwischen den Stickstoffverbindungen in anorganischer und organischer Form. Die Kieselsäure ist alsdann im Minimum vertreten; das rapide Abfallen des Diatomeenmaximums wird dadurch verständlich.“[1])

Von Süßwasserseen enthielt der Dobersdorfer in Station I (0 m Tiefe) 0,57, II (0 m Tiefe) 0,43, der Selenter bei Station I (0 m Tiefe) 0,40 mg SiO_2 pro Liter der im September von Brandt geschöpften Proben,[2]) ein Umstand, der im Verein mit den Seite 169 und 171 wiedergegebenen Daten die Klassifikation von Apstein[3]) wesentlich stützt.

Die Kieselpanzer der Diatomeen werden gleich dem Kalk und der Phosphorsäure der Knochen und Schalen[4]) am Grunde wahrscheinlich durch Bakterien wieder gelöst.[5])

D. Bestimmung der organischen Verbindungen des Wassers.

I. Organische Substanz.

∞ a) Qualitativ. 20 ccm des zu prüfenden Wassers werden im Becher- oder Reagenzgläschen mit 1 ccm verdünnter (1 : 1) Schwefelsäure und weiterhin unter starkem Kochen so lange mit einer stark verdünnten, weinroten Lösung von Kaliumpermanganat versetzt, bis die Flüssigkeit eben rot bleibt.

Diese qualitative Bestimmungsmethode bildet gleichzeitig ein gutes Orientierungsmittel über die bei der quantitativen (b) zu verwendenden Quantitäten.

∞ b) Quantitativ, titrimetrisch. **Proben sofort nach Entnahme verarbeiten oder sterilisieren!** Zur Bestimmung der organischen Substanz, die tunlichst sofort nach der Probenahme im filtrierten und unfiltrierten Wasser neben- oder nacheinander auszuführen ist, mißt man im allgemeinen 100 ccm Wasser ab. Nur wenn es sich um Moor- oder stark verunreinigte Wässer

---

1) Beih. z. Bot. Zentralbl. 1904, Bd. XVI, Heft 3, S. 400.

2) E. Raben, Wiss. Meeresunt. Abt. Kiel, n. F., Bd. 8, S. 287.

3) „Das Süßwasserplankton“, Kiel 1896, S. 85 ff., Brandt, Wissensch. Meeresunt. Abt. Kiel, n. F., IV, S. 228, Fußnote 1.

4) A. Koch-Göttingen, Mitt. d. D. L.-G. 1906, S. 114.

5) K. Brandt, Verh. V. Int. Zool.-Kongr., Berlin 1901, S.-A., S. 5.

handelt, nimmt man einen geringeren aliquoten Teil, der durch einen Vorversuch (s. a.) bequem ermittelt werden kann, und fügt so viel destilliertes Wasser hinzu, daß die Gesamtmenge wieder 100 ccm beträgt. — (In diesem Falle sind natürlich, da alle Werte auf 100 ccm Wasser bezogen werden, die gefundenen Zahlen entsprechend zu multiplizieren.) — Bei der eigentlichen Bestimmung gibt man das mit der Pipette abgemessene Quantum Wasser (100 ccm) in einen Erlenmeyer-Kolben, fügt 5 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 Teil Schwefelsäure zu 3 Teilen Wasser) hinzu und läßt aus einer Bürette eine Anzahl Kubikzentimeter von $^{n}/_{100}$ Kaliumpermanganat-(Chamäleon-)Lösung einlaufen, nachdem man zuvor den Stand der Flüssigkeit in der Bürette genau abgelesen und notiert hat. (Da es sich um eine dunkel gefärbte Flüssigkeit handelt, stellt man beim Ablesen auf den oberen Rand der gebogenen Flüssigkeitsoberfläche ein.)

Die Menge der Chamäleonlösung bemißt man danach, daß die Flüssigkeit nach **10** Minuten dauerndem Kochen noch rot gefärbt bleibt, es ist also nötigenfalls, wenn vor Ablauf dieser Frist, die genau innegehalten werden muß, eine Entfärbung eintritt, weiter Permanganatlösung zuzufügen und aufs neue 10 Minuten lang zu kochen. Die Ausscheidung bräunlicher Flocken beim Kochen hat nichts zu bedeuten.

Hat die Flüssigkeit bei 10 Minuten langem Kochen ihre rote Färbung bewahrt, so läßt man zu der kochend heißen Flüssigkeit aus der in einer anderen Bürette befindlichen $^{n}/_{100}$ Oxalsäurelösung hinzufließen. — Vor dem Einfließenlassen nicht vergessen, den Stand der Flüssigkeit abzulesen; da dieselbe farblos, auf den unteren Rand der gebogenen Oberfläche einstellen! — Der Zusatz von Oxalsäurelösung muß so stark sein, daß die Flüssigkeit farblos wird und die ausgeschiedenen Flocken sich bei abermaligem Erhitzen zum Sieden in kurzer Zeit vollkommen lösen. Ist das geschehen, so versetzt man die kochend heiße Flüssigkeit vorsichtig tropfenweise mit Permanganatlösung. Die einfallenden Tropfen werden anfangs schneller, später langsamer entfärbt, schließlich tritt ein Zeitpunkt ein, wo ein Tropfen der umgeschwenkten Flüssigkeit eine etwa 60 Sekunden lang andauernde schwache, aber deutliche Rosafärbung verleiht. Dann ist die Bestimmung beendet, und man liest den Stand in beiden Büretten ab.

Für die Berechnung zieht man von den verbrauchten Kubikzentimetern Permanganatlösung die Anzahl der verbrauchten Kubikzentimeter Oxalsäurelösung ab. Die Differenz gibt die Anzahl Kubikzentimeter $^{n}/_{100}$ Chamäleonlösung, die zur Oxydation der in dem untersuchten Wasser vorhandenen organischen Substanz nötig waren. Diese Zahl mit 10 und 0,316 multipliziert, liefert das wirklich verbrauchte Kaliumpermanganat pro 1 l. Dieselbe Zahl mit 10 und 0,08 multipliziert, ergibt die Menge des zur Oxydation der organischen Substanz nötigen Sauerstoffs in Milligramm.

Beispiel. 100 ccm Wasser sind mit 25 ccm Kaliumpermanganatlösung versetzt worden, nach 10 Minuten langem Kochen blieb die Lösung rot. Man ließ sodann 15 ccm Oxalsäurelösung hinzufließen und kochte wieder (1 bis 2 Minuten lang) auf, die Flüssigkeit erschien noch etwas gefärbt und wurde erst auf weiteren Zusatz von 0,8 ccm $^{n}/_{100}$ Oxalsäure ganz farblos. Nach Beigabe von 0,28 ccm Chamäleonlösung blieb sie rot. Verbraucht 25,28 ccm Chamäleonlösung — 15,80 Oxalsäure = 9,48 ccm Permanganat pro 100 ccm oder 94,8 ccm $^{n}/_{100}$ Chamäleonlösung = 29,96 mg Kaliumhypermanganat oder 7,58 mg O pro Liter.

Lösungen. Man löst 0,33 (0,32 bis 0,34) g kristallisiertes Kaliumpermanganat in 1 l Wasser, ebenso 0,63 g reine, kristallisierte Oxalsäure in 1 l destilliertem Wasser und stellt das Verhältnis beider Lösungen zueinander fest, indem man in einen sauberen Erlenmeyer-Kolben zu 100 ccm reinsten, destillierten, mit 5 ccm 1 : 3 Schwefelsäure versetzten Wassers 10 ccm Oxalsäure zugibt, erhitzt 10 Minuten lang zum Kochen und titriert die kochend heiße Flüssigkeit mit der Chamäleonlösung zurück. Bei richtiger Konzentration entsprechen 10 ccm $^{n}/_{100}$ Chamäleonlösung genau der gleichen Menge Oxalsäure, es wird mithin die eine Minute andauernde, schwache, aber deutliche Rotfärbung nach Verbrauch von netto 10 ccm Permanganat sich einstellen (s. „Titrierte Normallösungen“ am Schluß).

Beide Lösungen, namentlich aber die von Oxalsäure, zersetzen sich im Lichte relativ rasch. Es sind daher die Flaschen im Dunkeln aufzubewahren und die Lösungen tunlichst oft zu erneuern.

c) Gewichtsanalytisch. Zur Bestimmung des „Eindampfrückstandes“ werden 250 oder 500 ccm des filtrierten Wassers in einer vorher ausgeglühten und tarierten Platinschale auf dem Wasserbade zur Trockene eingedampft, $1^1/_2$ Stunden bei 105 ^{0} C im Trockenschranke getrocknet, im Exsikkator erkalten gelassen und gewogen. Die gefundene Menge wird, auf 1 l umgerechnet, in Milligramm angegeben.

Der Eindampfrückstand wird zur Bestimmung des Glührückstandes über freier Flamme bis zur schwachen Rotglut geglüht, die Platinschale wieder im Exsikkator erkalten gelassen und gewogen.

Die Differenz des Glührückstandes vom Eindampfungsrückstande gibt abzüglich des Kristallwassers ungefähr die Menge der vorhandenen organischen Substanz, während den Glührückstand die rein mineralischen Bestandteile ausmachen.

Zweckmäßiger ist es indessen, die Trocknung des Eindampfrückstandes nach dem Vorschlage von J. Koenig[1]) 1 Stunde lang bei 95 bis 98° C vorzunehmen. Dabei bleibt sämtliches Kristallwasser in den mit solchen kristallisierenden Salzen im Rückstand und wird mitgewogen. Dagegen hat man bei höheren Temperaturen einen größeren Verlust an organischen Stoffen, welche sich teilweise schon mit den Wasserdämpfen verflüchtigen, zu befürchten. Will man die Menge des wirklichen Trockenrückstandes annähernd erfahren, so muß aus den quantitativen Einzelbestimmungen die Art und Menge der Salze und damit das Quantum Kristallwasser berechnet werden, welches von der Menge des Abdampfrückstandes abzuziehen ist.

Der Glührückstand wird mit Ammoniumkarbonat angefeuchtet und nochmals schwach geglüht, im Exsikkator erkalten gelassen und gewogen.

Selbstverständlich wird der Praktiker und der Biologe, selbst wenn er eine chemische Wage und eine Platinschale besitzt, in den meisten Fällen auf eine derartig umständliche Bestimmung verzichten, obwohl die mit ihr erzielten Resultate in bezug auf Genauigkeit die Permanganatzahlen ganz gewaltig überflügeln.

Dagegen sollen nach Fischer[2]) die jeweiligen Ergebnisse der Oxydierbarkeitsbestimmungen (ausgedrückt in mg Permanganatverbrauch pro Liter) brauchbare Anhaltspunkte dafür liefern, ob bei den sog. biologischen Reinigungsverfahren[3]) die Schlackenabflüsse noch imstande sind, der fauligen Zersetzung anheimzufallen oder nicht.

I A. Bestimmung der leicht zersetzlichen (agilen) organischen Substanz.

Für die Zwecke der Praxis kommt es, wie im nachstehenden noch näher ausgeführt werden soll, zum Teil auch schon Seite 38, 39, 49 u. a. gezeigt wurde, weniger auf die im Wasser

---

[1]) a. a. O.

[2]) „Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung u. Beurteilung“, 3. Aufl., Berlin 1902, S. 176 ff.

[3]) Thumm, „Augenbl. Stand d. Abwässerr. n. d. sog. biolog. Verf.“, Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1905, St. 23, S. 157 ff.

überhaupt gelöste organische Substanz, als auf deren leichte Umsetzungsfähigkeit (Zersetzlichkeit, Agilität) an. Diese allein verbürgt uns ceteris paribus die guten Erträge, während sie anderenfalls die größten Kalamitäten herbeizuführen imstande ist. — Hoch-, Übergangs-, Niederungsmoor-, Brennerei-, Fruchtwasser, Mistjauche, städtische Effluvien.

Die Agilität der organischen Substanz ermitteln wir:

∞ a) Durch die von N. Zuntz[1]) vorgeschlagene Gärungsprobe. Eine Anzahl Extraktionskölbchen (Fig. 56) werden mit demselben Quantum (100 ccm) des zu untersuchenden filtrierten, gut gemischten Wassers gefüllt, bei tunlichst konstanter höher Temperatur (20 bis 25 ^{0} C) in die Sonne gestellt und in kurzen Intervallen nach Seite 116 und 119 auf ihren Gehalt an freier bzw. freier und halb gebundener Kohlensäure geprüft. Die auf diese Weise erhaltenen Werte geben ein gutes Kriterium über die relative Menge der leicht zersetzlichen organischen Substanz ab.

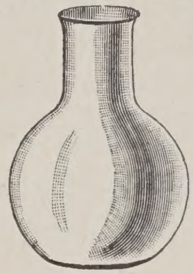


Fig. 56.
Extraktionskölbchen.
(Paul Altmann, Berlin.)

Art des Wassers	Temp. °C	mg org. Subst. im l, insges.	davon leicht[2])	davon schwerer zersetzlich[2])	Prozentischer CO_2 Gehalt nach 1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hochmoorwasser roh	23—25	422	20,4	48,2	0,4	0,4	0,4	0,5
Hochmoorwasser gekälkt		476	76	34	0,4	0,4	0,5	0,7
Übergangsmoorwasser (Härte = 0)		396	34,8	56	0,4	0,4	0,5	0,57
Niederungsmoorwasser		434	104	89	0,4	0,5	0,8	0,96
Brennereiwasser		412	256	30	0,4	1,0	1,8	2,7
Mistjauche (viel Strohinfus)		382	274	24	0,4	1,1	1,7	2,9
Effluvien (nur Harn und Kot)		512	426	14	0,4	1,6	3,0	3,4

[1]) Knauthe, Biologisches Zentralblatt, Erlangen, XVII, No. 22, XIX, No. 23 u. 24, N. Zuntz, Verh. d. Physiol. Gesellschaft zu Berlin, 1899—1900, No. 11, S. 69.

[2]) Nach b) ermittelt.

∞ b) Durch die Umsetzungsprobe. Impfen gleich großer Mengen (1000 ccm) des filtrierten Wassers mit genügenden Quantitäten (2 bis 10 : 100) der Seite 275 angegebenen Bodenmischung oder bester Garten-(Mistbeet-)Erde. Bei 20 bis 25 ° C im Licht aufstellen, öfters umrühren und schütteln der Sauerstoffzufuhr wegen — die nitrifizierenden Bakterien sind aërob bzw. fakultativ aërob —. Nachweis der Wirkung:

α) Kolorimetrisch durch Vergleich mit der nicht geimpften, sterilisierten (in Eis gestellten) ursprünglichen Probe im Kolorimeter (Figur und Beschreibung s. Kap. IV) oder durch Halten gegen einen weißen Untergrund und Betrachten schräg von oben.

β) Durch Bestimmung der organischen Substanz unter gleichzeitiger Feststellung des Gesamtstickstoffs (nach S. 171), sowie der Nitrate und Nitrite (S. 158 ff.) in dem filtrierten Wasser.

Art des Wassers	Geimpft pro 100 ccm mit g Erde	Temp. ° C	Prozent. Abnahme d. Färbung in 24 Std.	48 Std.	Prozent. Abnahme org. Subst. in 24 Std.	48 Std.	Prozent. Zunahme d. Ges.-N. in 24 Std.	48 Std.	Prozent. Zunahme a. Nitrat in 24 Std.	48 Std.
Hochmoorwasser . .	2,5	18—24,6	5	15	4	17	20	26	18	20[1]
Niederungsmoorwasser	2,0		21	34	19	27	37	60	29	42
Brennerei-(Frucht-) Wasser	2,0		37	49	41	54	40	46	14	17[2]
Mistjauche (viel Strohinfus)	3,0		41	56	39	48	54	46	31	19[2]
Effluvien (Harn und Kot)	4,5		47	61	52	70	96	126	80	102

[1]) In allen diesen Wässern ist bekanntlich, teilweise sogar reichlich, Stickstoff enthalten, der natürlich zuerst von den Bakterien nitrifiziert wird.

[2]) Hier hatte das zugesetzte geringe Quantum Impferde nicht ausgereicht, es war infolge davon an Stelle der regulären Umsetzung die Zersetzung und für die erwartete Nitrifikation die Salpeterzerstörung getreten (s. a. die Hypothese von Brandt, nach welcher erhöhte Temperaturen die Entwickelung der denitrifizierenden Bakterien gerade im Wasser ausnehmend fördern [„Über den Stoffwechsel im Meere“, Rektoratsrede, Kiel 1899, u. a. m.]). Für diese Salpeterzerstörung spricht das in beiden Proben beobachtete Empor-

c) Durch Impfung von tunlichst großen Proben, außer mit den unter b) genannten Erden,[1]) mit einzelligen Grünalgen. — Die Natur selbst lehrt uns, daß die Übertragung der Algen zweckmäßig erst 24 und mehr Stunden nach stattgehabter Bakterienzufuhr und dem durch sie bedingten Einsetzen der Selbstreinigung des Wassers eintreten soll, wir werden mithin zunächst die bloß mit Boden beschickten Flaschen (Bechergläser) wieder unter öfterem Umrühren und Schütteln bei 20 bis 25 ^{0} C im diffusen Lichte stehen lassen, nach 24 bis 36 bis 48 Stunden die Grünalgen zugeben und endlich sowohl deren Entwickelung (eventuell quantitativ durch Zählen unter dem Mikroskop, Be-

---

schnellen der Werte für den gasförmigen Stickstoff in den „Tenax"-Bestimmungen:

	Das Wasser enthielt bei 0^0 und 760 mm Druck Prozente elementaren Stickstoffs nach							
	30 Std.	31 Std.	32 Std.	33 Std.	34 Std.	36 Std.	40 Std.	48 Std.
Niederungs-moorwasser	1,2	—	—	—	—	—	—	1,2
Fruchtwasser .	1,4	1,5	1,7	1,8	1,7	1,7	1,9	2,1
Mistjauche . .	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	1,8	2,0	2,4
Effluvien . .	1,2	—	—	—	1,6	—	—	1,9
Gew. Wasser .	1,1	—	—	—	1,3	—	—	1,4

Da wir nun wissen, daß eine ganze Anzahl von Bakterien den Nitrat- (Nitrit-) in freien Stickstoff verwandeln, und weiterhin — vom Sauerstoff und der Kohlensäure —, daß eine Aufnahme von Gasen über die theoretisch durch die Absorptionskoëffizienten stipulierten Grenzen recht wohl möglich ist, werden wir uns diese Erscheinung unschwer erklären können und infolge davon den „Tenax" um so höher einschätzen.

[1]) Sehr interessante Resultate müßten vergleichende Versuche zwischen a) Reinkulturen von den verschiedenen hier in Betracht kommenden Bakterien, b) gut verrottetem, verschiedenartig zusammengesetztem Mist, endlich c) diversen rationell behandelten Impferden ergeben. Auf Grund von nicht wenigen Tastversuchen spreche ich die letzteren — ceteris paribus — als das bei weitem wirksamste Material an. Bekanntlich führt Moore die vielfach beobachtete geringe Wirksamkeit des „Nitragin", Alinit usw. auf eine Überfütterung der Reinkulturen mit Stickstoff seitens der Züchter zurück, mit vollem Recht. Die kurze Dauer der Virulenz nitrifizierender Bakterien im Wasser scheint mir nun auch zum guten Teil in dem Gelöstsein der organischen Substanz und der dadurch bedingten geringen Ver-

stimmung der Trockensubstanz), als auch die Sauerstoffproduktion verfolgen:

Art des Wassers	Durch die Algen produzierte org. Subst. mg in 100 ccm[1])	Geimpft pro 100 ccm m. g Erde	Wie viel Tage nach Algenimpf.?	Temp. °C	Dauer d. Belicht. Stund.	In 100 ccm Wasser bei 0° und 760 mm ccm: O	N	CO_2
Hochmoorwasser	ca. 5—10	4:100				0,6	1,3	0,4
Niederungsmoorwasser . . .	„ 20—30	3:100				1,2	1,2	0,0
Fruchtwasser (Brennerei) . .	„ 45—50	4:100	10	23,6	$6^3/_4$	1,6	1,4	a. R.
Mistjauche . . .	„ 55—70	4:100				1,8	1,3	st. a. R.
Effluvien . . .	„ <80	5:100				2,2	1,4	s. st. a. R.

Über die Wichtigkeit der organischen Substanz für das tierische und pflanzliche Leben in den Gewässern habe ich bereits Näheres in den Vorbemerkungen gesagt, und soll Weiteres noch in dem der

---

dauungsarbeit zu basieren (s. A. Koch-Göttingen, Verh. d. Ges. deutsch. Naturforscher u. Ärzte, 74. Vers., Leipzig 1903, I, S. 185).

Außerdem sei aber hier ausdrücklich an jene wichtigen Befunde von Winogradski (Annal. de l'Institut Pasteur 1890, 4, S. 275) erinnert, nach welchen sein Clostridium Pasteurianum in Reinkulturen nicht bei Sauerstoffgegenwart, wohl aber in unreinen Kulturen, vornehmlich in Gesellschaft von zwei sporenbildenden Bakterien, gedeiht. Diesen Genossen fällt alsdann die Aufgabe zu, das Clostridium gegen die Einwirkungen des Luftsauerstoffs zu schützen. Da nun nach F. Hulwa, Zeitschrift für Fischerei 1895, Heft 3 bis 4, der im Wasser absorbierte (richtiger wohl von der pflanzlichen Zelle produzierte) Sauerstoff aktiver sein soll als derjenige der Luft, werden wir uns die mit den Mischkulturen aus Erde auch im Wasser erzielten, durchweg beträchtlich günstigeren Erfolge unschwer deuten können.

Analog finden Beijerinck u. a. (s. A. Koch a. a. O., S. 190 u. 191) folgendes:

Name der Bakterien.	Fixieren pro Liter Kulturflüssigkeit mg N.
Azotobacter chroococcum	0— 5,5 (40—56 Koch)
Azotobacter + Aërobacter aërogene . .	11,8
„ + Bacillus radiobacter . .	39,9—79,9
„ + Granulobacter sphaericum	81,8
„ + „ reptans . .	104,2
Mischkulturen aus Erde	bis **138,9**

[1]) Leider standen mir in diesem Falle ganz unzulängliche Wagen zur Verfügung, so daß ich mehr auf Schätzung als auf wirkliche Daten angewiesen war.

Walterschen Bonitierungsmethode gewidmeten Kapitel angegeben werden; trotzdem registriere ich hier die neuesten bezüglichen Untersuchungen von O. Aschan-Helsingfors über die wasserlöslichen Humussubstanzen in den nordischen Süßwässern und ihre naturwissenschaftliche Bedeutung, besonders für die Bildung der Seeerze. Auf dem granitischen Grunde Finnlands, in den Tausenden von Seen, den unzähligen Morästen, Sümpfen und Mooren werden bedeutende Mengen von wasserlöslichen, braun gefärbten Humussubstanzen erzeugt bzw. durch die Flüsse in das Meer getragen. Eine ungefähre Schätzung dieser Menge, berechnet auf eine jährliche Ausflußmenge von 70 cbkm und einen durchschnittlichen Gehalt von 2 g organischer Substanz auf 100 l, ergab im Jahre eine von Finnland dem Meere zugeführte Menge löslicher Humuskörper von 1 400 000 t. Der Einfluß dieser Substanzen auf die Wasserfarbe der Ostsee und des Nördlichen Eismeeres wurde diskutiert, mit dem Ergebnis, daß die grüngelbe bis grüne Färbung des Wassers hierauf wenigstens zum Teil beruht. Die biologische Bedeutung der betreffenden Humussubstanzen, welche einen Gehalt von C = 45—54,1 %, H = 3,9—5,1 %, N = 1,9—4,2 %, O = 38,8—47,9 % zeigten, schien durch diese den Polysacchariden ähnliche Zusammensetzung, sowie dadurch, daß sie etwas Phosphorsäure und ausnahmsweise Schwefel enthielten, gesichert und führte zu der wahrscheinlichen Annahme, daß sie in Gegenwart von geeigneten Salzen zur Ernährung niederer Organismen geeignet wären. In geologischer Hinsicht üben sie, nach der allgemeinen Ansicht der Geologen, eine wichtige auflösende und zersetzende Einwirkung auf die Gesteine aus, besonders wenn letztere als Sand und feines Geröll, die gewöhnlichsten losen Gesteinssorten Finnlands, vorhanden sind. Da durch die Untersuchung gezeigt worden war, daß die betreffenden Humussubstanzen, sobald ihre Lösungen mit Ferro- bzw. Ferrisalzlösungen zusammenkommen, Humate bilden, die meistens gelöst bleiben und nur ausnahmsweise unter ganz bestimmten Konzentrationsbedingungen ausfallen, so wurde diesen Humaten außerdem eine wichtige Rolle bei der Bildung der See- (sowie der meisten Rasen-) Erze beigelegt, und zwar weil der organische Teil der Humate, wie oben angegeben, ein ausgezeichnetes Nährmedium für gewisse kleinere Organismen bilden könnte, welch letztere diesen Teil verzehren und das entstehende, wasserhaltige Eisenoxyd als Seeerz absondern. Das unter dem fortdauernden Einfluß unzähliger Generationen der Organismen erzeugte Erzstück bildet zugleich für letztere eine schützende Wohnung. (Chemiker-Zeitung 1906, No. 49, S. 610.)

Zu dem Gesagten stimmt der von E. Mahnkopf, W. Dröscher u. a. wiederholt betonte Umstand, daß die Seen mit trübem Wasser nicht bloß für den Zander, sondern auch die Friedfische die allerbesten sind. Analog sehen unsere Teichwirte ihre Objekte als noch produktionskräftig an, solange deren Wasser braun oder braungrau, nicht bläulich, klar ist.

Im Anschluß an das Gesagte sei kurz auf einige interessante vergleichende Versuche hingewiesen, zu denen sich vielerorts Gelegenheit bieten dürfte:

Zunächst ist in allen Fällen sehr wohl zu berücksichtigen, daß zwischen organischer Substanz und organischer Substanz ein großer Unterschied besteht. Ein Hochmoorteich wird in vielen Fällen ein dunkler braun gefärbtes Wasser und infolge davon höhere Werte für die organische Substanz aufweisen als die Entenpfütze und Sauschwemme, selbst nach Regengüssen; trotzdem ist seine Produktivität gleich Null, und bleibt sogar nach einer Kalkung und nach Zufuhr der denkbar geeignetsten Bakterien und Fermente das Wasser — ganz im Gegensatz zu dem des Dorfteiches — immer noch braun. Die im Wasser gelöste organische Substanz ist in letzterem durchaus agil, im ersteren aber zu über **$90^0/_0$** resistent![1])

Wie rasch, gleichsam spielend, verarbeiten der Dorfteich oder überhaupt bonitär beste Gewässer erstaunlich große Quantitäten von organischer Substanz, die in Form von Mistjauche,[2]) Fäkalien[3]) oder Straßenschlick in sie gelangen! Die Sauerstoffwerte sinken zwar momentan herab, schnellen alsbald aber um so kräftiger in die Höhe

---

[1]) Über die analogen Verhältnisse im Boden vergl. Tacke-Bremen in meiner „Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 214.

[2]) Über die Zusammensetzung der Jauche hat neben Pfeifer-Breslau, Arb. d. Deutsch. Landw.-Ges., Heft 73, und Wagner-Darmstadt, Deutsch. Landw. Presse 1901, S. 644, bes. Stutzer-Königsberg, Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1904, St. 19, S. 24, eingehende Untersuchungen veröffentlicht. Nach denselben enthielten pro Liter g Stickstoff:

a) Jauchen von landwirtschaftlichen Nutztieren (außer Schweinen):

29 Proben	wenig. als 2,0,	im Durchschnitt 0,86	im Durchschnitt aller Untersuchungen 2,32. Analog konst. Wagner i. Durchschn. v. 60 Unters. 2,20.
7 „	von 2—3,	„ „ 2,57	
6 „	„ 3—4,	„ „ 3,45	
9 „	mehr als 4,	„ „ 6,08	

b) Jauche aus reinem Rindviehmist: 0,08—9,65,

c) aus gemischtem Dung: 0,47—9,01

pro Liter g Kali:

a) Jauchen von landwirtschaftlichen Nutztieren (außer Schweinen):

29 Proben	wenig. als 4,0,	im Durchschnitt 2,82	im Durchschnitt aller Untersuchungen 4,61. Analog konst. Wagner i. Durchschn. v. 60 Unters. 4,6.
9 „	von 4—6,	„ „ 4,95	
3 „	„ 6—8,	„ „ 7,13	
10 „	mehr als 8,	„ „ 10,90	

b) Jauche aus reinem Rindviehmist: 0,40—14,50,

c) aus gemischtem Dung: 1,29—14,14.

[3]) s. außer Fischer, a. a. O., S. 103 ff., Gerlach, „Unters. üb. den Wert d. Wasserfäkal. d. Stadt Posen“, Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1902, St. 2, S. 5—7, u. a. m.

und halten sich in dieser Höhe so lange, bis der Vorrat an organischer Substanz anfängt, knapp zu werden.[1])

Wie ganz anders im armen Wasser! Hier bedeuten erheblich geringere Mengen organischer Substanz für die Mehrzahl der tierischen Lebewesen sicheren Tod. Die „Selbstreinigung" versagt im ersten Augenblick vollkommen, und es dauert geraume Zeit und bedarf der Hilfe rein physikalischer Vorgänge, um allmählich neues, kräftiges Leben an Stelle des alten, erloschenen treten zu lassen. Bis dahin aber gärt und fault die Substanz im Wasser je nach der Temperatur rascher oder langsamer, die Sauerstoffwerte sind fast gleich Null, dafür treten Ammoniak, Schwefelwasserstoff, toxische Kohlensäure usw. auf, und die aus dem Grunde noch wochenlang perlenden Gasblasen zeigen, daß dort die organische Substanz weiter fault. Mag auch der Fluß durch die stetig erneut zuströmenden Wassermengen und durch Nieder- und Fortreißen des Überschusses im Vorteil sein, so vermögen doch oft und vielfach selbst diese gewaltigen mechanischen Hilfsmittel nicht, das Schlimmste abzuwenden, und selbst wenn das der Fall ist, lagert sich Schlick auf Schlick im Bett ab, dasselbe nach und nach so verschmutzend, daß schließlich das Leben mehr und mehr verschwinden, die Gesundheit der Anlieger gefährdet werden muß, und daß bei der geringsten Stagnation die Fischleichen wie gesät oben treiben. Ich erinnere hier an die treffenden Schilderungen von Mahnkopf über den

[1]) Bei den Chinesen usw. spielt in der Fischzucht bekanntlich der flüssige Dünger im Verein mit gewissen fein zerschnittenen, „lockerzelligen" Pflanzen (Zanichellia, Vallisneria, Leguminosen vor der Blüte) eine große Rolle. Der einzige Abort des Dorfes ist stets in den Teich geleitet, außerdem werden noch Jauche von Schweinen, Rindern usw. in ganz bestimmtem Verhältnis und, soweit nicht ein Auftrieb von Wassergeflügel statthat, Tauben- bzw. Hühnermist, der Kot der Seidenraupen, verrottete Spelzen vom Reis, gejauchte, verrottete Strohmatten und ganz fein zerstampfte, gesalzene Eier und Muschelschalen, auch alle Haus- und Küchenwässer, welche namentlich bei den überaus reinlichen Japanern große Mengen von Seifen enthalten, in die Teiche gebracht. Wenn trotzdem geradezu erstaunlich hohe Erträge an Fischfleisch erzielt werden, und selbst bei den Jahrhunderte hindurch schon in Inzestzucht kultivierten Kunstprodukten (Teleskopen, Schleierschwänzen usw.) Epidemien und Krankheiten zu den größten Seltenheiten gehören, so liegt das an der rationellen Teichpflege (Aufrühren, „Pflügen" des Wassers, Impfung des Bodens mit einer besonders zubereiteten Impferde, Einwerfen von kalkhaltigen Steinen aus Weinbergen u. a. m.) [s. Deutsche Fisch.-Ztg. 1888, S. 186, Schweizerische Fisch.-Ztg. 1904, No. 13 ff., E. Kayser, Korrespondenzbl. f. Fisch.-Ztg. 1904 u. 1905, Leonhardt, Fischerei-Zeitung 1904, S. 160 u. 184, „Der Karpfen", Neudamm 1906, S. 93 ff. usw.].

Zustand der Spree und Havel vor Einführung der Kanalisation in Berlin und Spandau, — die Folgen sind jetzt noch nicht überwunden, — für die uns Bonne, Marsson, Schiemenz u. a. in letzter Zeit auf Grund wissenschaftlicher Untersuchungen die Belege und Pendants erbracht haben. Hier fehlen eben, wie schon wiederholt erwähnt wurde und weiterhin im Zusammenhange noch näher ausgeführt werden soll, die zur Bewältigung der Massen nötigen Mengen von Bakterien und Fermenten, für deren Zufuhr in den Dorfteich neben dem Winde die Hufe und Füße des Viehes und Geflügels sorgen.

Wenn nun aber neuerdings A. Hübner[1]) an der Hand der Statistik nachweist, daß die so sehr verschriene Flußstrecke zwischen Berlin—Spandau und Potsdam trotz der vielen Fischsterben im Weichbilde der Kapitale tatsächlich die allerproduktivste in ganz Deutschland ist, wenn die Probefischungen in der arg „verdreckten" Alster reiche Fänge lieferten, die von Prof. Dunbar-Hamburg[2]) vorgenommenen exakten Versuche zeigten, daß die im größten Elbschlick bei St. Pauli verankerten Quatzen (Drebel) die gesündesten Fische enthielten, und übereinstimmend damit die Bauern an der Unterelbe dem Schlick eine große Bedeutung für die Gesundheit auch der Haustiere beimessen, so gibt das jedenfalls zu denken.[3]) Versagt auch die „Selbstreinigung" den gewaltigen Massen gegenüber oft für den ersten Augenblick, so setzt sie später doch um so kräftiger ein zu Nutz und Frommen für das Ganze. — Das zeigen sehr deutlich die Untersuchungen von Volk,[4]) sowie die Mitteilungen von Breckwoldt.[5])

Die sedimentierten Fäkalmassen würden vertorfen, wenn sie nicht durch die Geräte der Fischer aufgerührt würden. Die Chinesen benutzen zu diesem Zweck ein besonderes, aus Bambusmatten gefertigtes Gerät, mit dem sie von Zeit zu Zeit den Boden ihrer Flüsse und Seen pflügen. Auch im Dorfteich tritt ein solches teilweises Vertorfen der Fäkalmassen im Kessel namentlich dann ein, wenn aus irgend welchen Gründen der Eintrieb des Großviehs unterbleibt.[6])

Über die Aufschließung der organischen Massen in Seen s. Kap. II.

Während wir in der Teichwirtschaft fast ausnahmslos an einem großen Mangel an organischer Substanz laborieren und vielfach des Kostenpunktes wegen auf die Zufuhr derselben verzichten müssen, gelangen oft überreichliche Mengen des besten, leicht zersetzlichen

---

[1]) „Die Fischwirtschaft", Bautzen 1905, S. 159, 160, 204.

[2]) Allg. Fisch.-Ztg. 1905, S. 296, Korrespondenzbl. f. Fischzüchter 1905, No. 15.

[3]) Magdeburg. Zeitung 1905, 23. Oktob.

[4]) „Hamburgische Elbuntersuchungen", I, Lübbert, Allg. Fisch.-Ztg. 1905, S. 323.

[5]) Zeitschr. f. Fischerei, XII, Heft 1—2, S. 8 u. 9.

[6]) Knauthe, Korrespondenzbl. f. Fischz. 1905, No. 19, S. 356.

Materials aus städtischen Effluvien, Zuckerfabriken u. a. m. in die Seen und Flüsse und bilden dort eine Quelle der größten Kalamitäten. Wie wichtig es im nationalökonomischen und hygienischen Interesse wäre, dieses Material für die Gewässer nutzbar zu machen, hat Zuntz des öfteren betont, damit aber in gewissen Kreisen wenig Gegenliebe gefunden. Die nachfolgenden, bereits in No. 540 der „Magdeburgischen Zeitung“ vom 23. Oktober 1905 veröffentlichten Betrachtungen geben die Mittel für eine Lösung dieser hochwichtigen Frage:

„Betrachten wir die von den Zucker-, Stärkefabriken, Brennereien, Brauereien usw. produzierten Abwässer etwas näher, so sehen wir, daß sie außer Zellulose usw. — ebenso wie die städtischen Sielwässer — besonders große Mengen von fäulnisfähiger organischer Substanz enthalten, also gerade von dem Stoffe, der als Dünger für das Land wie für das Wasser an erster Stelle steht, und für dessen Güte die Riesenerträge der Rieselfelder das beste Zeugnis ablegen. „Zu viel und zu wing is immer a Ding“, sagt man in meiner Heimat, und zur Verarbeitung eines bestimmten Quantums Futter oder Dünger gehört eben immer eine bestimmte Menge von Organismen. Lasse ich auf einer Koppel, auf der ein Dutzend Rinder dick und feist werden könnte, nur eine Kalbe oder ein paar Schafe weiden, so verfault ein Teil des Grases ungenützt, und gebe ich einem recht trägen Boden eine allzu reichliche Dosis Mist, so verspeckt eine Partie aus genau denselben Gründen, aus denen viele einst ertragreiche Gewässer der subtropischen und gemäßigten Klimate vollkommen vertorft sind, weil nämlich die zur Umsetzung nötigen Organismen und Fermente fehlen. „Die Zahl der Analogien zwischen Land und Wasser ist schier Legion“ (J. Šusta).

Nehmen wir den Dorfteich einer-, einen recht mageren Tümpel, See oder Durchschnittsfluß anderseits, so wird uns der Unterschied alsbald auffallen. Welche gewaltigen Massen von fäulnisfähiger organischer Substanz, Jauche, Fäkalien usw. muß der Dorfteich meist nach Gewitter- und Regengüssen schlucken! Und er schluckt und verdaut sie, und je mehr er schlucken muß, je fetter die Bissen ausfallen, desto größere Wolken von Organismen produziert er, desto größer, feister, gesünder werden die Fische in, die Gänse und Enten auf ihm, desto lieber säuft das Vieh sein Wasser. — Die schlechteren Tümpel, Becken und Flüsse erweisen sich zwar auch für Düngungen recht dankbar, die letzteren müssen aber sehr genau in homöopathischen Dosen gereicht werden, sonst kommen an Stelle der erhofften Wolken von lebenden Organismen Haufen von Kadavern an die Oberfläche.

Was ist nun der Grund für diesen Zwiespalt der Natur? Neben bzw. um den Dorfteich zieht sich die von den Häusern und Bäumen beschattete Landstraße hin. Auf ihr findet sich neben dem verrotteten Kot der Tiere, allerlei faulenden Stoffen, Speichel, Blut u. a. m. ständig guter Boden, der, fortwährend bewegt, mäßig beschattet und den Einwirkungen der Luft ausgesetzt, zur förmlichen

Reinkultur der allerbesten Bakterien wird. Am Rande verrichten das Kneten, die so notwendige Bewegung des Bodens, wieder die Latschen der Schwimmvögel oder die Hufe der Tiere und die Füße der Kinder. Das Überimpfen besorgt neben dem Vieh der Wind, und wenn oft geraume Zeit vor Güssen erst der Sturm einzusetzen und ganze Staubwolken nach der Pfütze hinzujagen pflegt, so ist das im vorliegenden Falle eine weise Einrichtung der Natur. Je besser nun alles klappt, je gleichmäßiger, quantitativ und qualitativ richtiger bis in die Details hinein die einzelnen Faktoren verteilt sind, desto größer ist natürlich auch die Wirkung.

Für die anderen Weiher, die Seen und Flüsse lagen die Verhältnisse in dieser Hinsicht früher ebenfalls weit günstiger als jetzt. Die Rinnsale konnten ungehindert austreten und sich ganz nach Bedarf von den anliegenden Brüchen, Ödländereien usw. die nötigen Hilfskräfte holen; ihnen allen führten in Verbindung mit den Schwemmwässern die Quell- und Zuflüsse Massen von Fermenten und Bakterien ununterbrochen, besonders jedoch nach Regengüssen, zu. Genau in dem Maße, wie der Mensch eingriff, änderte sich dieses Verhältnis, und heute ist jeder Boden froh, wenn er die zur Erzielung von Höchsterträgen an den anspruchsvollen Kulturgewächsen nötigen Hilfskräfte selbst besitzt: er hält daher jedes Bißchen eisern fest. Inwiefern in dieser Beziehung die Entwaldung der Gebirge und Quellgebiete in Verbindung mit der Waldstreunutzung,[1]) der Kanalisation und Abholzung der Bäche bis oben hin geschadet hat,[2]) ist unberechenbar, sieht man recht deutlich an den hiesigen kleinen Flüßchen.[3])

In der Nähe der großen Siedelungen gelangen nun regelmäßig zugleich mit den fäulnisfähigen organischen Massen mehr oder minder großen Mengen von den zu ihrer regulären Verarbeitung, Umsetzung nötigen guten Fermenten, Spaltpilzen usw. — wieder von der Straße her — ins Wasser hinein. Ganz nach Maßgabe des Verhältnisses zwischen dem Quantum dieser Faktoren einer-, von fäulnisfähigen Massen anderseits geht die Selbstreinigung des Wassers vor sich. Daher kommt es denn auch beileibe nicht immer

---

1) E. Ebermayer, „Die ges. Lehre d. Waldstreu“, Berlin 1876, „Die Waldstreufrage“, S.-A. a. d. forstl.-naturw. Ztschr., München 1894, Ramann, „Die Waldstreu u. ihr. Bedeut. f. Bod. u. Wald“, Berlin 1890, „Forstl. Bodenk. u. Standortslehre“, Berlin 1893, Gayer, „Die Forstbenutzung“, 9. Aufl., Berlin 1903, Loreys „Handb. d. Forstwiss.“, 2. Aufl, 2. Bd., Kap. 6, Heinrich Leeb, „Die Waldstreufrage“, Ravensburg 1871, Jösting, „Der Wald, seine Bedeut., Verwüst. u. Wiederbegr.“, 2. Aufl., Berlin 1898, A. Günther, „Bauernwald u. Waldgenossenschaft“, Wien 1904 u. a.

2) G. Boeck, D. Fisch.-Ztg. 1888, S. 314, 321.

3) P. Morzinek, „Der Niedergang unserer Flußfischerei und seine Ursachen“, Teschen 1892.

nach Öffnung der Notauslässe zu Kalamitäten, berühren die Katastrophen bloß bestimmte, kurze Strecken, und wird dort, wo man nicht gar zu eifrig mit Desinfektionsmitteln arbeitet oder Fabriken ihre giftigen Abwässer (besonders Säuren) in den Fluß oder See schicken, der soeben noch verderbenbringende Überschuß sehr bald zum allerbesten Düngemittel.

Im Gegensatz zu den städtischen Effluvien fehlen den an organischer Substanz überreichen Fabrikabwässern die oben erwähnten Hilfskräfte beinahe gänzlich, und zwar um so vollständiger, aus je besser kultivierten Gegenden das Wasser des betreffenden Baches, Flusses oder Sees stammt, und je schärfer die Rüben oder Kartoffeln von den anhaftenden Bodenpartikelchen gereinigt werden. Dazu kommt, daß die für die genannten Schutzwässer typischen Zellulosemengen die Wucherung der unerwünschten Formen, Gärer und Fäulniserreger, begünstigen.

Hier wollten und sollten die „biologischen Reinigungsverfahren“ Wandel schaffen. Leider kranken sie alle indessen bereits an der Wurzel, also gerade dort, wo jede Lücke sich am empfindlichsten rächt.

Als Grundlage für eine wirklich planmäßige Umsetzung fäulnisfähiger organischer Massen ergibt sich aus dem Gesagten folgendes: Sorgt durch überschüssige Kalkmengen für eine rasche Zersetzung der im vorliegenden Falle meist sehr wenig widerstandsfähigen Zellulose und führt dem Wasser regelmäßig vor dem Einleiten der Effluvien, aber auch mit diesen zugleich noch, die zu seiner „Selbstreinigung“ nötigen Hilfskräfte in überschüssigen Mengen zu. Diese Hilfskräfte liefert euch ein Kompost aus Straßenkehricht, Kratzerde, Hofabraum, Sielschlick, gutem Teichschlamm, Grabenauswurf, Exkrementen (vor allem Pferdekutteln, Kuhfladen, Hühner-, Enten-, Taubenmist usw.), viel Kalk und etwas Thomasschlacke. Da seine Güte mit der Intensität der Bewegung wächst, muß er an warmen, windigen Tagen stets gründlich umgearbeitet werden.

Mit diesen beiden Hilfsmitteln habe ich in kürzester Zeit zwei mächtige Stinkpfützen gründlich gereinigt. Allerdings mußte in beiden Fällen mit dem Impfen des Wassers noch ein Ausführen der über dem Schlamm in starker Schicht abgelagerten organischen Massen verbunden werden.“

Wie werden die überschüssigen Mengen von organischer Substanz überhaupt verarbeitet?

Solange genügende Mengen von allen Nährmaterialien, also auch Sauerstoff, im richtigen gegenseitigen Verhältnis vorhanden sind, das Wasser ruhig strömt oder stagniert, während schädigend, toxisch wirkende Stoffe fehlen, setzen die Grünalgen und von ihnen begünstigt einmal die nitrifizierenden Bakteriengruppen in ihrer Gesamtheit, aber auch die niederen Tiere mit ihrer auf die Beseitigung der Massen abzielenden Tätigkeit ein.[1]) Diese letztere wertet um so

[1]) F. Schikora, „Entwickel.-Bed. einig. abwässerr. Pilze, insb. Sphaerot. fluitans u. Lept. lact.“, Ztschr. f. Fisch. VII, 1, 1—28.

höher, als sie nicht bloß quantitativ (durch Massenwucherung der einzelnen Gruppen), sondern auch qualitativ (durch Luxusverbrauch, s. S. 42, Fußn. 2, S. 56 u. a.) sich betätigt. Je nach dem Grade der Durchlässigkeit des Wassers für Licht,[1]) der Sättigung der einzelnen Schichten sowohl mit Sauerstoff wie mit Nährmaterialien werden bald die Grund-, bald die Schwebflora und -fauna überwiegen.

Je mehr der Grund mit Schmutzstoffen angereichert ist, desto weniger werden die empfindlichen Muscheln (Unio, Anodonta) und Krebse zu gedeihen vermögen, selbst im Dorfteiche kommen sie nur sehr selten vor. Um so interessanter war mir eine Bemerkung des Bezirksoberkommissars von Teschen Ritter von Bobowski, daß sich beide, obwohl sie in vielen „reinen" Gewässern fehlen (weil diese vollständig durch Kies und Geröll verschwemmt sind),[2]) doch noch in einigen organisch verschmutzten (bei Karwin) ziemlich zahlreich vorfinden. Die Untersuchung zeigte bei einem relativ hohen Gehalt des Wassers an gelöster organischer Substanz (106 bis 125 mg pro Liter) und Stickstoff (30,2 bis 39,6, darunter relativ große Salpetersäuremengen) so gesunde Grundverhältnisse, wie ich sie nur noch in

---

Interessant ist in dieser Hinsicht eine Beobachtung von Lemmermann (Plön, Ber. IV, S. 136—138). In dem stark verschlammten Klinkerteich bei Plön, der allerlei Abwässer und Abfälle der Stadt aufzunehmen hat, zeigten sich bei der Untersuchung im Juli und August 1895, besonders in der Nähe des Ufers, große, weit ausgebreitete Kahmhäute, welche von Bakterien wimmelten, wogegen sich eine auffallende Armut an Algen und Krustazeen fand. In weiterer Folge erschienen auch die Fische kümmerlich und krankhaft; viele der dort vorkommenden Ukeleie hatten weiße Flecke, Chilodon und Trichodina pediculus oder Polypenlaus, und wurden von zahlreichen Karpfenläusen geplagt, die beim Überführen der Fische in reines Wasser sich ablösten und frei herumschwammen. Im Jahre vorher, im Mai, fand Dr. Klebahn denselben Teich aber reich an Algen! Andere, ebenso verschlammte Gewässer, z. B. der Pahmersee, zeigten eine üppige Algenflora, zahlreiche Wasserpflanzen, wie Elodea (Wasserpest), und hatten ziemlich reines Wasser, das fast vollständig frei von Kahmhäuten war. Also ein Wechselverhältnis und ein Gegensatz von Bakterien und Algen, wie dies auch experimentell an Kulturen von Agar-Agar nachzuweisen ist.

[1]) Hierüber konnte ich in letzter Zeit sehr interessante Beobachtungen im Bobr, einem Zufluß der Olsa bei Teschen, machen. Solange das Wasser relativ klar war, wiesen selbst die tiefen Tümpel eine üppige Vegetation von Grundalgen auf. Seitdem dasselbe jedoch infolge der fast täglichen Regengüsse ständig durch suspendierte Partikelchen getrübt ist, sind nur noch die flachliegenden Steine von spärlichen Algenrasen bevölkert.

[2]) s. die Bemerkungen über die Zustände der Oder bei Schwedt, Deutsch. Fisch.-Ztg. 1886, No. 32, Morcinek a. a. O.

dem zeitweilig ebenfalls organisch stark getrübten, krebsreichen Schwarzen Graben zu Schlaupitz beobachtet habe.[1])

Sind die vom Wasser absorbierten Sauerstoffmengen geringere, die Nährmaterialien, besonders die organische Substanz, nicht allzu reichlich vertreten, während gleichzeitig durch bakterielle Einflüsse reichlich Ammoniak und Spuren von Schwefelwasserstoff gebildet werden, so treten die Cyanophyceen in ihre Rechte und bilden die in mittleren und schlechteren Gewässern ziemlich regelmäßig, nicht selten aber auch in gewissen Dorfteichen auftretende „Wasserblüte“ (s. S. 61). — In gleicher Weise entwickeln sich in den Flüssen, Bächen, durchströmten Pfützen mit mächtigen Ablagerungen von fäulnisfähigem, organischem Mulm am Grunde, vorzüglich im Frühling, jene bekannten, aus Bacillarien und Oscillarien bestehenden übelriechenden, braun- bzw. blaugrauen Schleimpolster, welche, an den Rechen der Teiche sich stauend und faulend, infolge reichlicher Schwefelwasserstoffentwickelung sehr wohl Kalamitäten heraufbeschwören können.

Bei stärkerer Anreicherung des Wassers an fäulnisfähiger organischer Substanz, aber immerhin genügendem Sauerstoffgehalt, beobachten wir dagegen die typischen Abwasserreiniger: Sphaerotilus, Leptomitus, Achlya, deren hoher Wert nach Schikora-Haynau (a. a. O. S. 10) darin liegt, daß sie die organischen[2]) Stoffe ohne gleichzeitige Bildung von Toxinen verarbeiten. Bemerkenswert ist dabei jedenfalls der Umstand, daß nach demselben Autor (S. 18) speziell bei Sphaerotilus die Aërobie durch einen erhöhten Kalkgehalt herabgesetzt zu werden vermag, ein Faktum, welchem wir ja auch in der Biologie der Chlorophyllhaltigen begegnen. Die Wucherung dieser Gruppen ist im wesentlichen auf rasch strömende Bäche beschränkt, kann, wie wir aus dem S. 101 bis 103 Mitgeteilten ersehen, aber auch in Teichen vorkommen und dort, entgegen der Meinung von Schikora, zu direkten Epidemien ausarten. Ganz ähnlich verhalten sich die verschiedenen Arten der Saprolegnien, die, wie die von Raciborski,[3]) Maurizio[4]) u. a. mit-

---

[1]) Dieses Faktum widerspricht der Hoferschen Theorie von der Krebspest direkt, paßt aber recht wohl zu den bezüglichen interessanten Ausführungen von Schikora.

[2]) R. Kolkwitz, „Über den Abwasserpilz Leptomitus lacteus“, Mitt. d. Kgl. Prüfungsanst. f. Wasservers. u. Abwässerr. 1903, Heft 2, S. 34. Dagegen hält Schreib, „Wasserpilze und Kalkreinigung“, Berlin 1904, zugleich mit Hofer (s. S. 71) an der Meinung fest, daß diese Abwasserpilze vornehmlich auf Kosten der gärungsfähigen Zuckerarten wuchern.

[3]) „Pflanzenparasiten der Karpfen“, Sitz.-Ber. Akad. Wissensch. in Krakau, Bd. XIV, 1885; A. Walentowicz, „Karpfenpest in Kaniów“, ebenda, Bd. XV; Nowicki, Zirkul. gal. Land.-Fisch.-Ver. 1885.

[4]) Ztschr. f. Fisch. III, 6, IV, 1, 2, 4, VII, 2.

geteilten Fälle zeigen, in an organischer Substanz reichen, weichen, aber immerhin nicht sauerstoffarmen Gewässern geradezu epidemisch auftreten können.

Sowie aber — und das trifft besonders auf gewisse überreichlich gedüngte, stagnierende Dorfpfützen oder sonstige Stauwässer zu — der Sauerstoffgehalt des Wassers unter ein bestimmtes Niveau hinabsinkt oder, wie in gewissen Abwässern, sich Milch-, Buttersäure, Ammoniak usw. bilden, bzw. Ätzkalk, Soda usw. vorkommen,[1]) sind die Wucherbedingungen für die Fäulnisbakterien erfüllt, konstatieren wir sofort die schädlichen Produkte ihres Stoffwechsels. Ganz gefährlich unter ihnen sind jene Gruppen, welche, wie Spirillum desulfuricans Beij.,[2]) Sulfate reduzieren und hierdurch Gelegenheit zur Schwefelwasserstoffbildung geben.

„Sind die anaëroben Bakterien in einem Flußlauf auf einer bestimmten Strecke tätig gewesen, so ist die Menge der leicht assimilierbaren, organischen Stoffe derart herabgesetzt, daß der dem Wasser durch die Bewegung und durch Grund- und Oberflächenzufluß zugeführte Sauerstoff nicht mehr vollständig durch die Oxydation resorbiert werden kann. Solche immerhin noch stark angereicherten Gewässer sind das Vegetationsbereich derjenigen Wasserpilze, welche die Produkte der Fäulnisvorgänge einschließlich des jedem anderen Pflanzenleben feindlichen Schwefelwasserstoffs vertragen und weiter verarbeiten: der Beggiatoën- und Cladothrixrasen, dieser „Leitpflanzen beim Nachweise von Verunreinigungen mit putriden Gewässern"." (Schikora a. a. O. S. 11 bis 12.)

Bekanntlich werden in der Teichwirtschaft sehr häufig das Fruchtwasser der Stärkefabriken, sowie die Abwässer von Brennereien, Brauereien usw. mit bestem Erfolge zur Berieselung bzw. Überdüngung der gesömmerten Flächen benutzt. Dieses Verfahren bringt aber nur auf rationell behandeltem, gebrachtem und gepflügtem Gelände, überhaupt auf tätigem, kräftig fermentativ wirkendem Gelände Vorteile, während es andernfalls — bei versumpftem oder sehr trägem Terrain — leicht ins Gegenteil umschlagen kann. Dasselbe gilt auch von einer unter Wasser zu setzenden Gründüngung. In solchen Fällen empfiehlt es sich immer, dem Vorschlage von Schulz-Lupitz[3]) bzw. Weber-Bremen[4]) gemäß durch Überstreuen der organischen Massen mit gut verrottetem Mist, Garten-, alter Kulturerde oder nach Vogel[5]) mit sehr tätigem Boden dem Schlamm die

[1]) Kolkwitz a. a. O., S. 91.

[2]) Beijerinck, Zentralbl. f. Bakteriol. 1895, S. 1—3.

[3]) Becker, „Leitfad. d. Düngerlehre", Bautzen 1901, S. 68.

[4]) Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moorkult. i. Deutsch. Reiche 1894, S. 312, 1895, S. 19.

[5]) „Ausführliches Lehrbuch d. Teichwirtschaft", Bautzen 1905, III, 7, S. 64, 174, 175. Ähnl. Beobacht. scheint übr. schon V. Horák gem. z. haben, „Teichwirtschaft", Prag 1869, S. 178 ff.

nötigen Hilfsfermente zuzuführen und unliebsame Zersetzungen hintanzuhalten.

Der Gehalt der in Rede stehenden Abwässer ist folgender in mg pro Liter:

	Kartoffel-stärke-*) Fabriken	Weizen-stärke-**) Fabriken	Brenne-rei ***)	Braue-rei †)
Feste Bestandteile insgesamt	1858	—	—	—
Organische Stoffe	1134	3632	1343	1444
Anorganische Stoffe . . .	724	1682	741	627
Kali	213	518	(268)††)	(244)
Phosphorsäure	57	465	(64)	41
Stickstoff	141	737	401	195
Ammoniak	37	—	(47)	19
Salpetersäure	4	—	(9)	5

*) Märcker, Ztschr. d. landw. Zentralv. f. d. Prov. Sachsen 1876, No. 7, Fischers Jahresb. 1883, S. 670.

**) König, „Verunreinigung d. Gewässer“, 2. Aufl.

***) Schwackhöfer, Mitt. d. Österr. Versuchsstat. für Brauerei 1889, Heft 2.

†) Spindler, „Die Unschädlichmachung der Abwässer in Württemberg“, S. 103.

††) Die eingeklammerten Zahlen stammen aus Unters. d. Verfassers.

Aber auch bespannte, durch derartige Abwässer verschmutzte Teiche können wir bei einem geeigneten Vorgehen und namentlich einem der Temperatur und dem Fermentbedürfnis angepaßten Impfen in Verbindung mit einem Aufrühren der sedimentierten Massen sehr wohl nutzbar gestalten.

Geklagt wird außer über die Röstewässer des Flachses (s. S. 67)[1]) vielfach über die Wollschweißwässer. Dieselben sollen in Flüssen und Teichen die Forellen und Karpfen zum Absterben bringen. Auf Grund meiner Beobachtungen in Schlaupitz, Mellendorf, Kuchendorf, Lauterbach (Kr. Reichenbach u. d. Eule), Karlsdorf, Langenöls u. a. m. (Kr. Nimptsch i. Schl.) kann ich diese Angaben durchaus nicht bestätigen; trotzdem dort oft über 1000 Stück Merinos in Teichen von zirka 12 a Fläche gewaschen wurden, blieben die Fische alle gesund; ja, die Teichwirte der dortigen Gegend schrieben sogar gerade dem Schweißwasser eine günstige Wirkung auf die Produktivität der Weiher zu. Nach F. Fischer a. a. O., Seite 389, ergibt sich folgendes Bild:

---

[1]) Über die Unschädlichmachung derselben veröffentlichten vor mehreren Jahren G. Loppens und H. Deswarte ein recht plausibles Verfahren (Fischerei-Zeitung 1902, S. 709 ff.), was um so beachtenswerter erscheint, als wir dank der Bemühungen von Stoermer (Mitt. d. D. L.-G. 1903, No. 32) jetzt über die nötigen Pektinvergärer in Reinkulturen verfügen.

	Gelöst						Suspendiert	
	Organischer Kohlenstoff	Organischer Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff als Nitrit u. Nitrat	Gesamt-N	insgesamt	insgesamt	Darin organische Stoffe
Wasser, wie es zur Schafwäsche fließt	3	1	1	4	5	307	Spur	—
Dasselbe nach der Schafwäsche	258	39	19	0	55	1810	1164	519
Abwasser einer Wollwäscherei	1325	98	546	0	548	10994	34826	26116

Fleck fand im Abwasser einer Wollwäscherei:

Organische Stoffe	38 773	mg	pro	Liter
Doppeltkohlensaures Ammoniak .	1 009	„	„	„
Chlornatrium	925	„	„	„
Schwefelsaures Natrium	1 325	„	„	„
Kali von Fett gebildet	3 386	„	„	„

Bereits wiederholt ist auf den Wert der Schwimmvögel für die Umsetzung der Massen hingewiesen worden (s. S. 50). Das Gesagte gilt nun in verstärktem Maße von der Mikrofauna und -flora in bezug auf die Verarbeitung der frischen sowohl wie der rottenden Pflanzenzelle. Sehr interessant sind im Anschluß hieran die Beobachtungen von Lohmann[1]) und Brandt,[2]) daß man bei Anwendung von Filtern aus Papier oder Seidentaffet überrascht wird durch „die Menge von Detritus und Fäkalmassen, die dem Auftrieb beigemischt sind und eine Volumenbestimmung der Organismen durch Absetzenlassen völlig unmöglich machen“. Brandt konstatierte in einer solchen Probe unter 1 qm Oberfläche 414 Millionen größere und 919 Millionen kleinere Massen dieser Art, d. h. etwa 300mal mehr als die Menge der in derselben Wassersäule vorhandenen Planktontiere betrug, ganz abgesehen von den im Netze nicht festgehaltenen Quantitäten. Ähnliche Verhältnisse herrschen nach meinen Beobachtungen auch im Süßwasser. Bedenken wir nun, daß dieser „Schlick“, soweit er den Darm der Tiere passiert hat, mehr oder minder humifiziert, mit den Ausscheidungen der Planktonten vermengt worden ist, so werden wir deren Bedeutung für den Stoffkreislauf im Gewässer erst recht würdigen.[3]) (Oesten und Jaffé'sches Umsetzungsverfahren.)

---

[1]) Wissensch. Meeresunters., Kiel, n. F., Bd. 7, S. 32.

[2]) S.-A. a.: „Die Beteiligung Deutschl. a. d. intern. Meeresforsch.“, III. Jahrb. „Ber. üb. allg. biol. Meeresunters.“, Berlin 1906, S. 47.

[3]) K. Brandt, „Üb. d. Stoffw. i. Meere“, S.-A. a.: Wissensch. Meeresunt., her. v. d. Komm. z. Unt. d. deutsch. Meere i. Kiel u. d. Biol. Anst. a. Helgol., Abt. Kiel, n. F., Bd. 4, S. 222, N. Zuntz,

Als Erfahrungssatz gilt in der Teichwirtschaft, daß strohiger Mist so gut wie gar nicht, um so besser aber gut verrotteter (nicht verspeckter) Dung wirkt. Dieses Faktum darf nach dem früher bereits Ausgeführten keineswegs überraschen. Günstigstenfalls vertorfen die Zellulosemengen, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle aber liefern sie das Nährmaterial für die denitrifizierenden Bakterien und vermehren sie durch ihren oft recht hohen Gehalt an letzteren (Pferde-, Schafmist)[1]) die negative Stoffwechselbilanz des Teiches wesentlich.

Als vollständiger Ersatz für den Mist wird von Zeit zu Zeit die Poudrette — in der Hitze getrockneter Dung — empfohlen. Nach allen mir aus praktischen Kreisen gewordenen Mitteilungen ist das Zeug im Teiche fast unwirksam. Kein Wunder, wird doch durch die Hitze die organische Substanz „verhornt“, schwer löslich gemacht, und werden durch sie weiterhin alle Fermente (im Sinne Webers) abgetötet, welche uns gerade den frischen Dung so wertvoll machen![2])

Interessant und wichtig zugleich sind ferner Vergleiche zwischen dem Verhalten der Gewässer der organischen Substanz gegenüber, abhängig von der Temperatur. Je höher die Wasserwärme, desto rascher die Umsetzung von jener, je niedriger erstere, desto langsamer spielen sich die Gärungs- und Fäulnisprozesse, aber auch die Nitrifikation und Denitrifikation ab.

In seiner „Fischwirtschaft“, S. 156, nennt Hübner die kälteren Gewässer die produktiveren. Auf meine Anfrage schreibt er mir: „Genaue und sichere Daten vermag ich Ihnen nicht zu geben. Im allgemeinen aber ist bekannt, wie groß die Züge der aus den Nordmeeren aufwandernden Fische sind. Alaska, Kamtschatka, Sachalin, Neufundland, Island usw., aber auch die entsprechenden Breiten der Südsee, Tasmanien, Feuerland usw.

Verh. d. Phys. Ges. z. Berlin 1899—1900, No. 11, S. 69 ff., u. a. m. Wenn O. Zacharias, Plöner Berichte I u. II, „Orientierungsblätter“ No. I behauptet, daß die Nahrung der Kopepoden, Bosminen und Linsenkrebse vorwiegend aus Bacillariaceen, diejenige der Daphnien aus Bacillariaceen und Detritus bestehen soll, so stimmt das mit meinen Beobachtungen nicht überein. Speziell nach Anschwemmung und dem Absterben der groben Flora war der Darm dieser Tiere nur mit Detritus gefüllt.

[1]) A. Koch, Verh. Ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte, 74. Vers. Leipzig 1903, I, S. 184.

[2]) P. Wagner, „Die Frankfurt. Poudr.“, Mitt. d. D. L.-G. 1901, St. 51, S. 291, „Die Düng. m. schwefels. Ammoniak u. org. Stickstoffd.“, Arb. d. D. L.-G. 1903, H. 80, S. 180 ff., Hillmann, „Vorsicht b. Ankauf v. Düngemitteln!“, Mitt. d. D. L.-G. 1904, St. 3, S. 15—16. — Übrigens haben sich die von Wagner u. a. verhältnismäßig hoch bewerteten Kieler Poudretten im Teichversuch durchweg nicht glänzend bewährt, auch in Wilhelmsburg a. E. hörte ich von den Bauern über sie klagen.

„Weiterhin haben Schweden, Norwegen, Schottland, besonders aber Nordrußland, Sibirien, Kanada, Labrador (Großer Fischfluß) noch reichlich Lachs und andere gute Fische. In Deutschland weist speziell Masuren ausgezeichnete Bestände auf (cfr. auch Finnland), wogegen die Fische nach Süden und Westen immer spärlicher werden, z. B. Steinhuder Meer, Dümmer-See, Weser, Ems, die französischen, spanischen, italienischen Flüsse u. a. m.“ — So absurd diese Angaben Hübners im ersten Augenblick auch klingen mögen, so treffend sind sie doch. So können sich nach den übereinstimmenden Berichten der Japaner, Chinesen und der Kapitäne der „Langeoog“ und „Spickeroog“ beispielsweise die vielgerühmten siamesischen und südchinesischen Gewässer mit denen bei Sachalin lange nicht messen; dasselbe gilt von den brasilianischen und mittelamerikanischen im Vergleich zu Neufundland; nur Marokko macht eine scheinbare Ausnahme. — Und die Gründe? Infolge der höheren Temperatur wird die organische Substanz eben allzurasch und intensiv umgesetzt. Dabei geht natürlich um so mehr von den gebildeten Substanzen, Ammoniak, Salpetersäure usw., verloren, je weniger stark die Bindemittel vertreten sind, und — das ist die Hauptsache — je zahlreicher die denitrifizierenden Bakterien vorhanden bzw. tätig sind, über deren Schalten und Walten uns Brandt,[1] Baur (Bact. antinoplecte, lobatum),[2] Feizel,[3] Gazert[4] und Gran (Trivialisgruppe)[5] sehr eingehend unterrichtet haben.

Ceteris paribus wird also das gleiche Quantum dort am nachhaltigsten wirken, wo nur mäßige Umsetzungen stattfinden und etwaige Überschüsse vollkommen gebunden und dadurch für später aufgespeichert werden können. Sehr interessant ist es, diese ungemein wichtigen Vorgänge an den Berührungspunkten bakterienreicher, aber stickstoffhungriger, warmer und an organischer Substanz reicher, kalter Strömungen zu verfolgen. Nicht umsonst hat ein solches Zusammentreffen gerade an den ergiebigsten Fischplätzen der kälteren Regionen statt.

---

[1]) s. besond. „Über d. demnächst beginnend. Untersuchung. d. nord. Meere“, S.-A. a. Verh. d. V. Intern. Zoolog.-Kongr. Berlin, Aug. 1901, S. 3 ff., „Üb. Produkt. u. Produktionsbed. i. Meere“, Extr. du „Gesamtber.“ 1902/04, III, des rapp. e. proc.-verb. du Cons. Int. p. l'explor. d. l. mer, août 1905, S. 7 ff., „Ber. üb. Allgem. biol. Meeresunters.“, S.-A. a. „Die Bet. Deutschl. a. d. Int. Meeresf.“, III. Jahrb., Berlin 1906, S. 39 ff., „Üb. d. Bedeut. d. Stickstoffv. f. d. Prod. i. Meere“, Beih. z. Bot. Zentralbl., 3. 1904, Bd. XVI, u. a. m.

[2]) „Über zwei denitrifiz. Bakterien a. d. Ostsee“, Wissensch. Meeresunt., Abt. Kiel, 1902, Bd. 6.

[3]) „Beitr. z. Kenntn. denitr. Meeresbakt.“, Wissensch. Meeresunt., Abt. Kiel, 1903, Bd. 7.

[4]) 1. u. 3. wiss. Ber. d. Deutsch. Südpolar-Expedition.

[5]) „Studien üb. Meeresbakt.“ I, Bergens Museum, Aarbog 1901, No. 10.

Ohne die betreffenden Publikationen zu kennen, hat Hübner hier aus seinen praktischen Studien und Beobachtungen heraus dasselbe gefolgert, was Hensen[1]) bereits früher betont hatte und Brandt im Laufe der letzten Jahre zur Evidenz bestätigt hat. Hensen suchte, wie jüngst wieder Reineke,[2]) die relative Armut der tropischen Meere mit der geringeren Zufuhr an Stickstoffverbindungen durch atmosphärische Niederschläge zu erklären. Diese Hypothese ist aber schon deshalb unzutreffend, weil in den Tropen dem Hektar (Land) infolge der stärkeren elektrischen Entladungen durch die Niederschläge etwa zehnmal so viel Salpetersäure zugeführt wird, als in der gemäßigten Zone.[3])

Auf Grund von sehr interessanten Berechnungen kommt Brandt zu dem wichtigen Schluß, daß infolge der Übersättigung mit Stickstoffverbindungen unsere Meere längst unproduktiv geworden sein müßten, ja daß, weil in letzter Linie aller gebundener eben dem elementaren Stickstoff der Atmosphäre entstammt, auch der Gehalt der Luft an letzterem sich verringert haben würde, wenn nicht aus den Stickstoffverbindungen des Wassers wie des Bodens ein Teil als elementares N abgespalten und wieder an die Luft zurückgegeben würde. (Das gilt natürlich auch von vielen Wasseransammlungen des Inlandes, ich erinnere bloß an die Entenpfützen, verschiedene durch Abwässer aus Niederlassungen usw. ständig intensiv „gedüngte" Seen und Flüsse, nicht zuletzt an die Teiche auf den Rieselfeldern, denen von den Drains geradezu erstaunlich große Mengen von Nitriten und Nitraten zufließen, und in welchen, gleichwie im Dorfteich, eine schwache Haut von Algen bzw. Entengrütze noch den für die Wucherung der Mikroben nötigen Schutz vor den Sonnenstrahlen gewähren [s. S. 57]).[4]) Diese Regulatoren sind nun die salpeterzerstörenden Spaltpilze, und gerade der Umstand, daß diese Mikroben nach den systematisch durchgeführten Untersuchungen der Brandtschen Schule bei 0° so gut wie gar nicht, bei 5° merklich, aber langsam, bei 15° kräftig, am intensivsten und sehr rasch indessen bei 20 bis 25° sowohl bei Sauerstoffgegenwart wie bei -mangel denitrifizieren, gibt uns die Erklärung für die geringere Produktivität der Tropen um so eher in die Hand, als auch die bis jetzt vorliegenden Analysen verschiedener Meereswässer dies durchaus

---

[1]) „Einig. Ergebn. d. Planktonexped. d. Humboldt-Stift.", Sitzb. d. Ak. Wiss., Berlin 1890, S. 243.

[2]) „Die z. Ernähr. d. Meeresorg. dispon. Quell. a. Stickst.", Ber. d. Bot. Ges., 1903, Bd. 21, 7.

[3]) Munz u. Marcano, Compt. rend. 1899, 108, u. 1901, 113.

[4]) Jaerschky, „Fortschr. i. d. landw. Ausnutz. d. Schwemmfäkalien", Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1904, St. 21. Danach kommen durchschnittlich auf Jahr und Hektar 5500 cbm Drainwasser mit 39 g Stickstoff in Form von Salpeters., 14 g K_2O u. 2 g P_2O_5 pro 1 cbm, pro Jahr u. Hektar also **204 kg N,** 77 kg K_2O, 11 kg P_2O_5.

bestätigen,[1]) und es namentlich auf leichteren Böden durchaus als Erfahrungssatz gilt, daß heiße, tockene Sommer allemal auch die größten Stickstoffverluste bedingen.[2]) Von diesem Standpunkt aus betrachtet, wird es uns auch leicht plausibel erscheinen, warum der Dorfteich in bezug auf die organische Substanz verschwenderisch wirtschaften muß, warum die Bilanz des Karpfenteiches eine ausgesprochen negative ist;[3]) auf Grund dieser Tatsachen werden wir aber auch bei der Beseitigung der Fäkalmassen und organisch verseuchten Abwässer die denitrifizierenden und die ihnen nahe verwandten Gruppen vielfach als sehr wertvolle Bundesgenossen und Hilfstruppen ansprechen müssen (s. a. S. 86 ff.).

„Gewitterjahre sind allemal auch gute Fischjahre", behaupten die Praktiker mit Recht, bringen in diesen Fällen doch nicht nur die atmosphärischen Niederschläge,[4]) sondern infolge der Nitrifikation des Bodens auch die Sickerwässer, namentlich von Ödland, Schwarzbrache und Stoppeln (Berthelot), mitunter sogar sehr erhebliche Mengen von Nitriten und Nitraten, und wird doch sogar in vielen Fällen der im Wasser vorhandene Stickstoff oxydiert.

Während, wie wir gesehen haben, die Produktivität der Meere von der Treibeisgrenze nach den Tropen hin abnimmt, ist auf dem festen Lande gerade das Umgekehrte der Fall.[5]) Für unsere Süßwässer, die Flüsse, Seen und Teiche, gelten nach Šusta[6]) u. a. vorwiegend die **landwirtschaftlichen** Prinzipien, und gerade, weil die landwirtschaftlichen Normen hier ausschlaggebend sind, werden wir auch die so wichtige Bakterienfrage im Süßwasser unter ständiger Berücksichtigung der im Meere entdeckten Tatsachen doch immer vom landwirtschaftlichen Standpunkte aus behandeln müssen.

In den voraufgegangenen Abschnitten (s. S. 59) habe ich wiederholt dem „Gelege", d. h. der aus Phragmites, Phalaris, Glyceria, Scirpus, Calamus, Iris, Typha u. a. m. bestehenden harten Flora das Todesurteil gesprochen;[7]) wenn ich trotzdem hier der vielerorts mit

---

[1]) K. Brandt, Stoffwechs. i. Meere, 2. Abh., Wissensch. Meeresunt., S.-A. 1902, Bd. 6, S. 13/14.

[2]) Vibrans-Calvörde, Jahrb. d. „Deutsch. Landw.-Ges.", Bd. 19, S. 44, A. Koch-Göttingen, Mitt. d. „Deutsch. Landw.-Ges." 1906, St. 10, S. 112.

[3]) Knauthe, „Die Karpfenzucht", J. Neumann, Neudamm 1901, S. 173 ff.

[4]) F. Fischer, „Das Wasser", Berlin 1902, S. 5/6.

[5]) Das behauptet v. Wolff, „Ackerbau", S. 56, s. dagegen H. Semler, „Die tropische Agrikultur", S. 126.

[6]) „Die Ernährung des Karpfens", 2. Aufl., Stettin 1905, „Fünf Jahrhunderte Teichwirtschaft in Wittingau", Stettin 1898.

[7]) Über die Wucherung dieser Pflanzen in Abhängigkeit von der Wassertiefe s. Magnin, „Récherches sur la végétation des lacs du Jura", Revue générale de Botanique, V, p. 303, Bruyant, „Bibliographie

allerbestem Erfolge betriebenen Fischzucht in Reisfeldern gedenke, welche bekanntlich sogar in Ungarn[1]) betrieben wird und dort, wie in China[2]) und Japan[3]) hervorragend gute Resultate liefert, so geschieht das, um zu zeigen, wie wenig ein Schematisieren in der Fischzucht am Platze ist. Der sorgfältig vorbereitete, gebrachte Boden wird nach einer Kali-, Phosphat- bzw. Fischmehldüngung teils breitwürfig (Ungarn), teils mit der Drillmaschine besät (Amerika), teils in Reihen bepflanzt (Indien, Japan, China) und dann bis zur Reife der Frucht unter schwach durchströmendem Wasser gehalten. Die Fische wachsen infolge der reichlich vorhandenen Wasser- und der kaum geringeren Zufallsnahrung, last not least der Wärme, geradezu erstaunlich schnell, und es sollen den Chroniken zufolge gerade die in den Reisfeldern gemachten Beobachtungen die Mongolen auf die Fischzucht hingeleitet haben[4]) (s. a. Kap. II). — Versuche, den in Kanada heimischen wilden Wasserreis in England und Deutschland (M. v. d. Borne) als Teichpflanze einzubürgern, mußten an der Kühle unserer Sommer scheitern.[5])

II. Freie Humussäuren.

∞ Titrimetrisch. Wie bereits bei der gewichtsanalytischen Bestimmung des Eisens und der Tonerde erwähnt wurde, zeichnen sich diejenigen Wässer, welche reich an humussauren Eisenverbindungen sind, schon durch den Geschmack und die Färbung aus. Wässer, die in Hochmooren oder hochmoorartigen Übergangsmooren oder endlich in Heideterrain entspringen, werden

---

raisonnée de la Faune et Flore limnologiques de l'Auvergne", Paris 1894, H. Klebahn, Forschungsb. d. Biol. Station Ploen III, Berlin 1895, S. 1 ff., F. Fedde, „Unsere Teichflora", Allgem. Fisch.-Ztg. 1901, No. 1, 2, 3. Sehr interessant sind gerade hierbei folgende Vergleiche: Während Neu, „Die Teichwirtschaft, Teichfischerei usw. in der Ober-Lausitz", Bautzen 1859, schon die Bekämpfung des Rohres und Schilfes empfiehlt, und Šusta, „Die Ernährung des Karpfens und seiner Teichgenossen", Stettin 1888, S. 105, 126 ff., dieselbe zum System erhebt, sind Horák, „Teichwirtschaft", S. 168 ff., zum Teil auch Nicklas a. a. O., S. 91 ff., u. a. mehr Freunde derselben.

[1]) K. Nicklas, „Lehrb. d. Teichwirtschaft", 2. Aufl., Stettin 1898, S. 103, Dröscher, Fisch.-Ztg., 1902, No. 15, W. Knörrich, Ztschr. f. Fischerei, X, 1, S. 17 ff., E. Leonhardt, „Der Karpfen", Neudamm 1906, S. 96.

[2]) Fisch.-Ztg. 1902, S. 758, Schweiz. Fisch.-Ztg. 1904, No. 16 ff.

[3]) E. Kayser, Korrespondenzbl. f. Fischzüchter 1904/1905.

[4]) H. Semler, „Die tropische Agrikultur", Wismar 1888, Bd. III, S. 19—31.

[5]) Semler a. a. O., S. 2, Fedde a. a. O., No. 2, S. 31, u. a. m.

wir immer als verdächtig auf Humussäuren ansprechen können, und das um so eher, je spärlicher Fauna und Flora in ihnen entwickelt sind.

Ein derartiges Wasser prüfen wir zunächst mittels Lackmuspapier auf seine Reaktion. Rötet sich blaues Lackmuspapier deutlich, und hält diese rote Farbe auch nach dem Trocknen an, so ist das Wasser als humussäureverdächtig zu betrachten.

Wir versetzen dasselbe mit einem stark färbenden Indikator, — am besten Rosolsäure (oder Cochenilletinktur), — vertreiben die freie Kohlensäure durch Kochen und fügen zu der heißen Flüssigkeit so lange $^{n}/_{100}$ KOHlauge hinzu, bis der Umschlag (d. h. bei Rosolsäure orangerote, bei Cochenille violett-karminrote Färbung) eintritt.

Bisweilen kann man übrigens nach Tacke-Bremen die Humussubstanz des Wassers bzw. die durch dieselbe bedingte Färbung selbst als Indikator benutzen. Nur muß man alsdann genau und sehr scharf auf den Farbenumschlag achten.

Die Berechnung geschieht in der Seite 118 angegebenen Weise auf Kohlensäure. Bei Annahme der von Mayer vorgeschlagenen zweifelhaften Formel C_{17} H_{18} O_8 für Humussäure (einbasisch) würden die Kohlensäurewerte mit 15,951 zu multiplizieren sein, um die der gefundenen Kohlensäure äquivalente Humussäure zu erhalten.

Cochenilletinktur. 6 g gepulverte gute Cochenille werden 2 bis 3 Stunden lang mit 300 ccm destilliertem Wasser sowie 200 ccm 90 %prozentigem Alkohol unter häufigem Umschütteln bei Zimmertemperatur stehen gelassen, filtriert und in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt.

Der Indikator gibt mit Säuren gelbrote, mit Alkalien violettkarminrote Färbung. — Bei Anwesenheit von essigsauren Salzen, Eisen- und Tonerde ist derselbe nicht zu verwenden.

Quellsäure und Quellsatsäure wurden zuerst von Berzelius nachgewiesen.[1]) „Nach Senft[2]) entstehen bei der Zersetzung von Pflanzensubstanz stets humussaure Alkalien, wie das humussaure Ammoniak. Bei vollem Luftzutritt bilden sich erst die ulminsauren Salze, dann als Oxydationsprodukt derselben die huminsauren Verbindungen; beide oxydieren sich schließlich zu Karbonaten. Bei

[1]) Jahrb. 1834, 181.

[2]) Naturf.-Vers. 1876.

mangelndem Luftzutritt entstehen die geïnsauren Verbindungen, zu denen das quell- und torfsaure Ammoniak gehört."[1]) Alle diese humus- und geïnsauren Verbindungen wirken auf Mineralien wie auf die tierische und pflanzliche Zelle stark lösend, zersetzend ein.

Über die große Schädlichkeit der freien Humussäure ist bereits in den Vorbemerkungen einiges gesagt worden. Ich brauche daher hier bloß noch kurz auf die in meinem Karpfenbuche genau registrierten Befunde und Beobachtungen von Borcherding, Lemmermann, Österling, Tacke und Walter hinzuweisen,[2]) welche zeigen, wie sukzessiv mit dem steigenden Gehalt an Humussäuren nicht nur die Mikrofauna und -flora verschwindet, sondern wie auch die höheren Tiere und Pflanzen unter Einwirkung der schädlichen Bestandteile des Humus leiden. Speziell die wichtigsten Nutzobjekte des Wassers, die Fische, zeigen hier ein sehr interessantes Verhalten insofern, als die sonst als weich und heikel verschriene Forelle zugleich mit der Schleie, der Hungerform der Karausche und einigen Vertretern des „Fischunkrautes" sich nach Jaffé und v. Schrader weit resistenter erweist als der sonst nicht übermäßig zart organisierte Karpfen, dessen einzelne Rassen aber auch wieder ein verschiedenes Verhalten an den Tag legen. — Schon ein relativ geringer Gehalt an freien Humussäuren scheint zu genügen, um namentlich den wenig resistenten Galizier zu vernichten, während Schleien und Forellen weiter leben. Tacke konstatierte in einem solchen Falle nur 0,0097 Teile freier Humussäure (als CO_2 berechnet), d. h. eine so geringe Menge, daß dieselbe wohl kaum der Grund für das Eingehen der Karpfen gewesen sein kann, ein Umstand, der ihn veranlaßte, auf die im Untergrund vorhandenen nicht wasserlöslichen Humussäuren als die eigentlichen Schädiger zu schließen. Diese Befunde an Fischen, welche sich bei fortgesetzter Beobachtung auch auf niedere Tiere und Pflanzen werden übertragen lassen, stimmen übrigens mit den von v. Seelhorst-Göttingen (Jahrb. d. D. L.-G. 1903, S. 257 ff.) wiedergegebenen Beobachtungen an den Varietäten der Kulturpflanzen vollkommen überein.

Im Gegensatz zu diesem durch die Erfahrungen sehr gewiegter Praktiker und teilweise durch die Analysen der Bremer Station erwiesenen Tatsachen[3]) hat jüngst Prof. Steuert in Weihenstephan auf Grund von Aquarienversuchen darzutun versucht,[4]) daß die

---

[1]) F. Fischer, „Das Wasser", 3. Aufl., Berlin 1902, S. 9.

[2]) Knauthe, „Die Karpfenzucht", Neudamm 1901, S. 231 ff., W. Horák, „Die Teichwirtschaft", Prag 1869, S. 70 u. 71.

[3]) A. Seligo, „Fischerei in Moorgewässern", herausg. v. Westpreuß. Fisch.-Ver., Danzig 1904.

[4]) „Einfluß der Humussäure auf die Lebenstätigkeit von Salmoniden u. Karpfen", Natw. Ztschr. f. d. Land- u. Forstwissensch. 1903. H. 4, Österr. Fisch.-Ztg., II, S. 144, Fisch.-Ztg. 1904, No. 41.

Fische sogar beträchtliche Dosen freier Humussäuren vertragen können, ohne Schaden an ihrer Gesundheit zu nehmen. Über seine Versuchsanordnung ist mir nichts bekannt. Mag dem auch sein, wie ihm wolle. Jedenfalls zeigt die Steuertsche Publikation wieder einmal recht deutlich, wie wohl wir daran tun, die Ergebnisse von Laboratoriumsversuchen sehr skeptisch aufzufassen und unsere Experimente möglichst im Freien, d. h. am Teich oder See, im Konnex mit erfahrenen Praktikern vorzunehmen.

Gehen die Fische nicht ein, so kommt es nach Österling, Walter u. a., wenigstens beim Karpfen, oft genug nicht zur Laichablage, während die Schleien und Forellen, weil das Wasser keine Nahrung produziert und die „Luft- oder Zufallsnahrung" nicht ausreicht, kaum von der Stelle kommen.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß wir wohl einiges über die Schädlichkeit der freien Humussäuren wissen, daß das Ganze aber noch eine recht grobe, rohe Skizze darstellt, zu deren weiterer Ausführung zahlreiche Spezialforscher werden beitragen müssen. — Die Humussäuren vermögen wir bekanntlich durch Kalk abzustumpfen und solchergestalt ein gefährliches, unproduktives Gewässer nutzbringend zu machen, zumal der humussaure Kalk allmählich in kohlensauren verwandelt wird.[1]) Zwar hält Österling auch diesen humussauren Kalk (Calcium humat.) unter Umständen (s. S. 109) für nicht ganz ungefährlich, dem widersprechen aber hervorragende Praktiker mit Recht.

Ein gutes Mittel, die Menge des Kalkes, welcher zur Neutralisation der Humussäuren und anderer schädlicher Bestandteile notwendig ist, zu ermitteln, bildet, wie für den Boden, so auch für das Wasser das in Kapitel II beschriebene Verfahren von Loges, welches darin besteht, daß man zu dem Wasser eine bestimmte Menge Kalk setzt und nach einiger Zeit ermittelt, wieviel von demselben gebunden worden ist.

III. Gerbsäure.

Da jüngst erst wieder durch die treffenden Berichte des alten J. Dubravius[2]) die Schädlichkeit der Gerbsäuren für das Fischleben an einem Beispiele aus der Praxis recht eklatant gezeigt

---

[1]) M. Hoffmann-Berlin, „Düngungsversuche mit Kalk", Arb. d. D. L.-G. 1905, Heft 106, S. 11. — Die von Vogel, „Ausführliches Lehrbuch der Teichwirtschaft", Bautzen 1905, III, S. 53, empfohlene Rieselung mag wohl in einigen ganz besonderen Fällen, wenn es sich nämlich um weite Rieselungen handelt, ausreichen, meistenteils genügt sie aber — wie die praktischen Erfahrungen von v. Schrader u. a. zeigen — durchaus nicht.

[2]) „Österreich. Fischerei-Zeitung", Wien, III, No. 8, S. 138.

worden ist, und viele hervorragende Teichwirte und Fischer sie für noch schädlicher halten als die Humussäuren, gebe ich hier wenigstens eine Bestimmungsmethode für diese Substanzen, die allerdings nur bei Anwesenheit von relativ beträchtlichen Mengen lohnt.

Ein größeres Quantum des zu untersuchenden Wassers wird — zuletzt auf dem Wasserbade — stark eingeengt, filtriert und ev. durch Zusatz von destilliertem Wasser auf ein bestimmtes geringes Volumen (200 bis 250 ccm) gebracht. — Maßkolben (Fig. 57). —

∞ 1. Qualitativ. a) Einige ccm der gut gemischten Flüssigkeit werden im Reagenzglas mit einigen Tropfen Eisenchloridlösung versetzt. Grüne oder blauschwarze (Tinten-) Färbung bzw. blauschwarzer Niederschlag. — b) Leimlösung wird gefällt. — c) Geschmack adstringierend.

∞ 2. Quantitativ nach Loewenthal — v. Schroeder[1]). Von der gehörig gemischten Flüssigkeit werden 50 bis 100 ccm mit 10 ccm verdünnter (1 : 2) Schwefelsäure, 20 ccm Indigolösung, sowie 700 ccm Aq. dest. vermischt und bis zum Eintritt goldgelber Färbung mit Chamäleon titriert. —

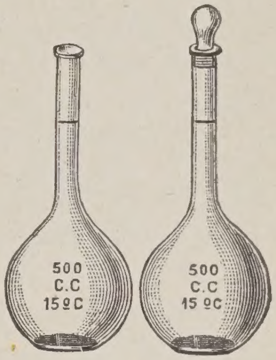


Fig. 57.
Maßkölbchen.
(Paul Altmann, Berlin.)

Eine zweite, ebenso große Probe des zu untersuchenden Wassers wird 24 Stunden lang unter öfterem Umrühren mit 3 g Hautpulver digeriert, filtriert und, wie vorher, nach Zusatz der Indigolösung wieder gegen Chamäleon titriert. Die Differenz der beiden Bestimmungen ergibt die Menge Gerbsäuren, und zwar ist 1 ccm Chamäleonlösung = 0,002 g Tannin ($C_{14}H_{10}O_9$).

1. Chamäleonlösung. 10 g übermangansaures Kali in Wasser zu 6 Litern gelöst.

2. Tanninlösung. 2 g chemisch reines Tannin in 1 l.

3. Indigolösung. 30 g Indigokarmin in 1000 ccm Aq. dest. Unter Erhitzen gegen 1 gestellt. — (Siehe „Titrierte Normallösungen" am Schluß.)

4. Hautmehl. Das käufliche Hautmehl wird vor der Anwendung in reinem Wasser gehörig ausgewaschen, bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet und gemahlen.

---

[1]) Böckmann-Lunge, „Chemisch-technische Untersuchungsmethoden", 5. Aufl., Berlin 1905, III.

Gehalt unserer wichtigsten Laub-, Nadelhölzer usw. an Gerbsäuren.[1])

	Prozente.		Prozente.
Galläpfel (Eichen) . . .	16—20	Schwarzerlen-Weidenrinde	8—15
„ (von and.) . .	10—17	Schwarzerlenlaub . . .	5—7
Beste Eichenspiegelrinde	16—20	Fichtenrinde, Weidenlaub	6—10
Gute Spiegelrinde . . .	12—15	Lärchenrinde	3—8
Mittlere Spiegelrinde . .	10—12	Tannenrinde	4—8
Geringe Spiegelrinde . .	7—9	Birken-, Ulmenrinde . .	3—5
Alte Eichenrinde . . .	5—10	Buchenrinde, Myrica . .	3—4
Eichenlaub	4—6	Erika, Calluna, Juncus .	2—4

Man unterscheidet physiologische und pathologische Gerbsäuren. Die ersteren werden von sehr vielen Pflanzen unter normalen Verhältnissen regelmäßig gebildet, die zweiten — quantitativ beträchtlicheren — verdanken ihre Entstehung Insektenstichen. Beide sind, vornehmlich in kalkarmen Gewässern, sowohl der Umsetzung der organischen Substanz[2]) wie auch den Organismen schädlich.[3]) Schon der Umstand, daß die Larven der betreffenden Insekten trotz des hohen Gehaltes an der ätzenden Gallussäure (bei den chinesischen Galläpfeln 70 bis 77, bei den asiatischen 55 bis 60%) in und von den Galläpfeln leben, zeigt uns die hohe Anpassungsfähigkeit des tierischen Organismus wieder einmal eklatant. — Wild im Winter „Verbeißen und Schälen".[4]) (Junge Triebe stets gerbstoffreicher als ältere, Stechginster jung 4 bis 6, alt 1 bis 3%.) — Forellen — überhaupt Fische mit Mägen — scheinen gegen diese und andere organische (Fett-, Öl-) Säuren widerstandsfähiger zu sein als die magenlosen Cypriniden (während diese wieder andere Schädiger, beispielsweise das Flachsröstewasser,[5]) besser vertragen), am resistentesten dann, wenn sie aus armen Waldgewässern stammen.[6]) Dasselbe gilt von einigen niederen Organismen. Insbesondere beobachtete ich in einigen sehr stark mit einem an Galläpfeln reichen Eichenlaub gedüngten Pfützen, sowie verschiedenen nachweislich gerbsäurehaltigen armen Waldteichen (Härtegrade = 1,2) neben einer sehr spärlichen Vegetation und vereinzelten Tieren doch sehr viele Asseln und Mückenlarven (Tümpel der Tundren,[7]) der

---

[1]) Zum Teil aus „Der Chemikerkalender", II, 759/60.

[2]) Dafert, „Kl. Lehrb. d. Bodenkunde", Neudamm, S. 150.

[3]) Mitscherlich, „Bodenkunde", Berlin 1906, S. 274 u. 275, s. a. W. Horák, „Die Teichwirtschaft", Prag 1869, S. 185 u. 186.

[4]) E. R. v. Dombrowski, „Das Rotwild", Wien 1905, S. 111 ff.

[5]) Siehe meine „Untersuchungen des Wassers im Spreewalde", Fischerei-Zeitung 1902, E. Walter, „Die Fischerei als Nebenbetr. d. Landw. u. Forstw.", Neudamm 1903, S. 445, Fisch.-Ztg. 1906, S. 685.

[6]) Dagegen Benecke, „Die Teichwirtschaft", 4. Aufl., Berlin 1902, S. 84.

[7]) A. E. Brehm, „Vom Nordpol zum Äquator", pop.-nat. Vorträge, Leipzig, Bibl. Institut, 1892, K. Knauthe, Korrespondenzbl. f. Fischzüchter 1905, No. 21.

isländischen Hochplateaus). — Im großen ganzen geringe Schädigungen der Bestände von Bächen und Flüssen mit regelmäßiger Holzflößerei, dagegen sehr oft schwere in den erst in Betrieb genommenen (Gewöhnung).[1] Brunnenröhren aus frisch geschlagenem Fichten-, Lärchenholz, ungeschälte Weidenbündel machen dem Dorfteich nichts, weil dort die auslaugenden Säuren durch Kalk usw. paralysiert werden, dem daneben liegenden mit weichem Wasser dagegen wohl. Das Gesagte wird vollkommen bestätigt durch eine Mitteilung von C. Nicklas, nach welcher der bekannte, erfolgreiche Goldfischzüchter Chr. Wagner in Oldenburg zur Erzielung besonders schöner Farbentöne bei seinen Objekten neben Eisensalzen auch reichlich Gerbsäure in Form von Galläpfeln und Lohe in die Teiche gegeben haben soll.[2]

IV. Pepton.

∞ Qualitativ. In den Ausführungen zu der biologischen Bonitierungsmethode nach Walter ist erwähnt (s. Kap. IV), daß einzelne Algen an die Gegenwart von Pepton gebunden sind. Eine dieser Algen pflegt meist in dem Süßwasserpolypen und den Süßwasserschwämmen zu schmarotzen, kommt aber auch frei vor und wird alsdann von zwei anderen kleinen Algen begleitet. Der Schluß liegt nahe, daß vielleicht nur der Mangel an geeignetem Nährmaterial die Alge veranlaßt hat, die Symbiose mit den oben genannten Tieren einzugehen (R. Kolkwitz).

Peptonisiert werden die Beutetiere zunächst im Schlauche der fleischfressenden Pflanzen Utricularia und Aldrovandia.[3] Beim Faulen derselben im Herbst scheint eine „Selbstverdauung" der Blasen einzutreten, wenigstens erhielt ich in solchen Wässern stets eine sehr kräftige Biuretreaktion, auch beobachtete ich dort sehr häufig eine Wucherung der Chlorella. Proteïnstoffe lösen (peptonisieren) ferner verschiedene Bakterien, wie der Micrococcus prodigiosus,[4] Schimmelpilze (Penicillium, Aspergillus u. a. m.).

---

[1]) „Relation om Timmerflottningen i. konung. Sverige och Norge", af And. Joh. Malmgren, Helsingfors 1884.

[2]) „Lehrbuch der Teichwirtschaft", 2. Aufl., Stettin 1898, S. 35.

[3]) Ludwig-Greiz in O. Zacharias, „Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers", Leipzig 1893, I. T., Walter, „Die Brutschädlinge der Fische", Neudamm 1899, S. 11—13 u. a. m.

[4]) A. Jörgensen, „Die Mikroorganismen d. Gärungsindustrie", Berlin 1898, 4. Aufl., S. 83, 100 ff.

Nach den Versuchen von Brandt[1]) scheint gerade das Pepton ein vorzügliches Nährmaterial für die Schwefelwasserstoffbildner abzugeben.

Man prüft das Wasser zunächst auf Eiweiß (V); ist es davon frei, so kann direkt auf Pepton untersucht werden:

Ein größeres Volumen (2 bis 5 Liter) wird mit 10 bis 20 ccm Salzsäure angesäuert, zuerst über freier Flamme, dann im Wasserbade gehörig eingeengt, in ein Becherglas übergespült, mit einigen Kubikzentimetern Salzsäure versetzt, mit Phosphorwolframsäure gefällt und nach kurzem Stehen filtriert. Der Niederschlag wird auf dem Filter mit verdünnter Schwefelsäure (3 bis 5 ccm auf 100 Wasser) so lange gewaschen, bis das Filtrat farblos abläuft, dann, noch feucht, mit überschüssigem, festem Barythydrat innig verrieben, nach Zusatz von Wasser kurze Zeit gelind erwärmt und filtriert. Das Filtrat dient zur Anstellung der Biuretreaktion.

Man versetzt 10 ccm des Filtrates nach Posner im Reagenzglas mit Natronlauge, schüttelt um und schichtet eine verdünnte Lösung von Kupfersulfat oder Kupferhydrat über das mit NOH-lauge versetzte Filtrat, indem man die Kupferlösung vorsichtig an der Wand des schräg gehaltenen Reagenzglases hinabfließen läßt. Die Farbe der an der Berührungsstelle beider Flüssigkeiten sich bildenden bezw. von dort ausgehenden Biuretreaktion ist nicht immer rein violett, sondern oft nur schmutzig-rötlich, selbst gelbrot.

War das Wasser eiweißhaltig, so wird es mit Natriumazetat und so viel Eisenchlorid versetzt, daß die Flüssigkeit blutrote Farbe hat, die saure Reaktion durch Zusatz verdünnter Natronlauge bis zur neutralen abgestumpft und zum Sieden erhitzt. (Das Filtrat darf mit Essigsäure und Ferrocyankalium weder Trübung noch Blaufärbung geben.) Darauf verfährt man, wie oben angegeben, weiter.

V. Eiweißverbindungen.

α) Qualitativ. Eiweißverbindungen kommen namentlich in gewissen Abwässern — Zuckerfabriken,[2]) Molkereien, Stärke-

---

[1]) „Bericht üb. allg. biol. Meeresunters.", Wiss. Meeresunt., Berlin 1906, S.-A., S. 44—45.

[2]) Marsson u. Schiemenz, Ztschr. f. Fischerei 1901, S. 25 ff., Schiemenz, Ztschr. f. Fisch. 1902, S. 147, 1903, S. 26 ff.

fabriken,[1]) aber auch in vielen Haus- und Küchenwässern[2]) — sehr häufig vor und bedingen, da die Eiweißstoffe leicht faulen, besonders dort, wo sie in großen Mengen auftreten, durch Sauerstoffschwund, Ammoniak-, Schwefelwasserstoffbildung, freie Schwefelsäure u. a. m., aber auch Bildung von Toxinen (Leichen- oder Fischgiften), nur zu leicht Fischsterben. — Seit einiger Zeit werden unter Anwendung einer großen Reklame von Hannover aus angeblich nach einem besonderen Verfahren hergestellte, sogenannte Blutkuchen vertrieben. Die von mir im Jahre 1905 von der betreffenden Firma bezogenen Proben befanden sich trotz der Kürze des Transportes im höchsten Stadium der Blutfäule. Die damit gefütterten Aquarienfische (Giebel) verendeten sehr rasch unter starken konvulsivischen Zuckungen, ein Umstand, den Cronheim ebenfalls betont hat.[3]) Analog wurde mir in Teschen berichtet, daß die Fische im Bobr, auf der Strecke vom städtischen Schlachthofe bis zum Einfluß in die Olsa und in dieser selbst, nach dem Einlaufenlassen größerer Mengen faulen Blutes allesamt abgestorben seien.

Besonders gefährlich sind die Abgänge der Lohgerbereien, Schlächtereien u. dergl. m., aber noch deshalb, weil sie häufig pathogene Keime, vor allem Milzbrand-, Rotzmikroben u. a. m., enthalten. Speziell von den Milzbrandbazillen hat Koch festgestellt, daß sie, von dem Wasser an Uferpflanzen abgelagert, sich dort bei zusagender Temperatur und Nahrung (Kartoffeln, Rüben) entwickeln und schließlich vom Wind oder Wasser (Überschwemmungen) auf die Weideplätze des Viehes gebracht werden.[4]) So wurde in meiner Heimat durch Verseuchung eines Baches mit dem Blut-Spülwasser eines an Rotlauf erkrankten, importierten Schweines die bis dahin unbekannte Seuche fast über das ganze Dorf verbreitet. — Cholera-, Typhusepidemien u. a. m.

Reich an Eiweißverbindungen sind die Latrine, Jauche und Abflüsse der Düngerstätten, welche nach Regengüssen in Massen dem Dorfteiche zufließen und bei den Mongolen sogar alle absichtlich in den Weiher geleitet werden. Gerade der Dorfteich

---

[1]) Cronheim u. Schiemenz, ebenda, IX, 81 ff., Schiemenz, ebenda, X, S. 192 ff., XI, 26 ff.

[2]) C. Weigelt, „Die Schädigung der Fischerei durch Haus- und Küchenwässer“, Berlin 1892.

[3]) Nach Korrespondenzbl. f. Fischz. 1906, No. 5.

[4]) Mitt. a. d. Kais. Gesundheitsamt 1881, I, 49.

einer-, das von den bisherigen Berichterstattern nur oberflächlich beschriebene Impfverfahren der Chinesen andererseits zeigen uns den Weg, wie wir diese Abwässer uns zunutze machen können. Wie bereits Seite 92 ff. gezeigt wurde, kommt es im regulären Dorfteichwasser selbst bei überschüssigen Jauchedosen nie zur Fäulnis, höchstens zur Bildung von Schwefelsäure, die alsdann sofort von den Basen neutralisiert wird, während die bakteriell schwächeren Gewässer eben verjauchen.

Die Abwässer werden (ev. bei kalkhaltigen nach Saturieren mit Kohlensäure aus einer Bombe) auf ein geringes Volumen konzentriert. Wenn Schwefelwasserstoff zugegen ist, was namentlich bei hoher Temperatur sehr häufig eintreten dürfte, fügt man Bleiessig zu, filtriert und versetzt das auf 60° C erwärmte Filtrat mit dem Millonschen Reagens. Enthält dasselbe Eiweißstoffe, so wird die Lösung rosenrot.

Bleiessig. 300 g Bleizucker werden mit 100 g Bleiglätte auf dem Wasserbade bis zum Schmelzen erhitzt und mit 1 l Aqu. dest. übergossen. Man läßt 12 Stunden unter häufigem Umschütteln in der Wärme stehen, filtriert und hebt das Filtrat in gut verschlossenen Flaschen auf (s. „Reagenzien“ am Schluß).

Das Bleipapier ist in Bleiessig getränktes Filtrierpapier.

Millons Reagens. 1 Teil Quecksilber wird in 2 Teilen Salpetersäure von 1,42 spez. Gew. erst in der Kälte, dann in der Wärme gelöst. Ist das vollständig geschehen, versetzt man 1 Teil der Lösung mit 2 Teilen Wasser, läßt einige Stunden absitzen, gießt die obenstehende klare Flüssigkeit ab und verwahrt sie in einem mit Glasstopfen versehenen Fläschchen (s. „Reagenzien“ am Schluß).

VI. Zucker, Stärke.

∞ a) Qualitativ. Die oben genannten Abwässer sind meist auch reich an Zucker und Stärke, welche ein nicht minder gärungsfähiges Material darstellen als die Eiweißstoffe.

Zum chemischen Nachweis engt man ein größeres Volumen Wasser unter Salzsäurezusatz zuerst über freier Flamme, dann im Wasserbade ein, filtriert, versetzt 10 ccm des Filtrates im Reagenzgläschen mit einem Überschuß von Seignettesalzlösung, fügt Kupfervitriollösung hinzu und erhitzt die Flüssigkeit tunlichst weit oben zum Kochen. Gelb- bzw. Orange- oder Rotfärbung zeigt die Anwesenheit von Zucker an (Trommersche Probe).

Die invertierte Stärke ergibt natürlich auch die Zuckerreaktion.

Dabei sei aber ausdrücklich hervorgehoben, daß die an Harnstoff reichen Wässer, also vor allem die der Dorfteiche, die städtischen Effluvien usw., mit Fehlingscher Lösung versetzt, ebenfalls oft genug Gelbfärbung ergeben.

Seignettesalzlösung bereitet man tunlichst häufig frisch in der Weise, daß man 17 g weinsaures Natriumkalium in 40 ccm Aqu. dest. löst und 10 ccm konzentrierte Natronlauge zufügt. Die Lösung wird in Flaschen mit eingeriebenem Glasstopfen aufbewahrt.

Kupfersulfatlösung. 3,5 g chemisch reines Kupfervitriol werden in 50 ccm destillierten Wassers gelöst.

Stärke bringt man ev. unter das Mikroskop und betupft mit alkoholischer Jodlösung, es tritt dann Blaufärbung ein.

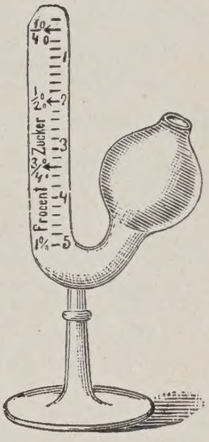


Fig. 58.
Gärungs - Saccharometer nach Einhorn.
(Paul Altmann, Berlin.)

∞ Quantitativ entweder titrimetrisch nach der in Kapitel III näher beschriebenen Methode von Fehling oder volumetrisch im Gärungsröhrchen.[1])

In beiden Fällen müssen die Stärke- bzw. Zuckerarten vorher invertiert werden. Man versetzt zu diesem Zwecke die unter hinreichendem Salzsäurezusatz genügend eingeengten Proben mit einigen Kubikzentimetern HCl, füllt in eine Kochflasche (Fig. 25), die als Rückflußkühler in einem durchbohrten Korkstopfen ein langes, dünnes Röhrchen trägt, über und kocht im Wasserbade 1 bis 2 Stunden lang. Nach dem Erkalten neutralisiert man die Säure vollständig durch Kali- bzw. Natronlauge, gibt die Flüssigkeit in einen Maßkolben (Fig. 57), füllt zur Marke auf und mischt gehörig durch. Die weitere Bestimmung wird in folgender Weise durchgeführt: Man füllt das jedem Apparat beigegebene Reagenzgläschen bis zur Marke mit dem zu untersuchenden Wasser, fügt ca. 1 g frische Preßhefe zu und schüttelt das Gemisch bis zur gleichmäßigen Verteilung der Hefe kräftig durch. Hierauf wird die Flüssigkeit in den kugeligen Teil des Gärungsröhrchens gegossen und durch Neigung des Apparates aus der Kugel in den graduierten zylindrischen Teil übergeführt. (Es ist besonders darauf zu achten, daß in dem letzteren keine Luftblase zurückbleibt!) Man läßt nun den Apparat 15 bis 20 Stunden bei Zimmertemperatur

---

[1]) Deutsch. Med. Wochenschr. 1888, S. 620.

ruhig stehen und liest nach dieser Zeit die ausgeschiedene Kohlensäuremenge ab. Die Zahlen rechts von der Teilung geben das Volumen in Kubikzentimetern, die links stehenden direkt den der Kohlensäuremenge entsprechenden Zuckergehalt an, d. h. die Anzahl von Grammen Zucker, welche in 100 ccm des untersuchten Wassers enthalten sind. Da das Gärungsröhrchen nur bis 1 % Zucker anzeigt, so müssen Wässer mit einem höheren Gehalt an dieser Substanz vor dem Versuch entsprechend verdünnt werden.

Wie später noch gezeigt werden soll, müssen uns bei der Unschädlichmachung der Zucker- und Stärkearten gewisse Pilze und Hefearten sehr wesentliche Dienste leisten.[1]) Dieselben pflegen sich in allen derartig verunreinigten Gewässern von selbst einzufinden, unterliegen aber für gewöhnlich im Kampfe ums Dasein, wahrscheinlich weil sehr viele von ihnen ausgesprochen aërob sind[2]) und gerade in diesen Schmutzwässern bzw. deren Mischstellen mit dem Fluß- usw. Wasser ein starker Sauerstoffschwund einzutreten pflegt. Außerdem sind viele gegen jähen Temperaturwechsel und namentlich starke Abkühlungen empfindlich. Ihre Stelle nehmen nur im Winter die Abwasserpilze Sphaerotilus, Beggiatoa und Leptomitus ein, so zwar, daß nach Mez[3]) in stinkend faulem Wasser Beggiatoa (zugleich mit Bakterien-Zooglöen) Charakterpflanze ist, daß in sehr stark verunreinigtem (aber nicht stinkend faulem) Wasser Sphaerotilus vorkommt, während Leptomitus erst in beträchtlich reinerem Wasser auftritt (s. a. F. Schikora a. a. O., R. Kolkwitz a. a. O.). Sie alle gehören zu den Schwefelbakterien und tragen durch Unschädlichmachung des Schwefelwasserstoffs wesentlich zur Reinigung der Gewässer bei. — Daß sich die Zuckerabwässer usw. schwerer zersetzen als die städtischen Effluvien, beruht nach F. Fischer zum Teil auf ihrem Gehalt an Pektinstoffen, welche von den Bakterien viel schwerer zersetzt werden als die Kohlehydrate.[4]) Nachdem uns nun aber Behrens[5]) (Clostridium sp.) und Fribes u. Stoermer[6]) (Plectridium pectinovorum) in den Mikroorganismen der Flachsröste Gärer kennen gelehrt haben, welche die Pektinstoffe bei mangelndem

[1]) „Jahresbericht der Münchener Biolog. Station", Allg. Fisch.-Ztg. 1906, No. 4, S. 71 ff.

[2]) Jörgensen, „Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie", 4. Aufl., Berlin 1898, S. 63 ff.

[3]) Ztschr. Ver. Deutsch. Zuckerind. 1899, 674, Deutsch. Zuckerind. 1899, 1034.

[4]) „Das Wasser, seine Verwertung usw.", 3. Aufl., Berlin 1902, S. 327.

[5]) „Unt. üb. Gew. d. Hanffas. d. nat. Röstmeth.", Centralbl. f. Bact., II, 8, S. 395.

[6]) „Die Bakterien bei der Flachs- und Hanfröste", Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1903, St. 32, S. 193—196.

Sauerstoffgehalt sehr schnell in Kohlensäure, Wasserstoff uud Buttersäure vergären (Sestini fand in einem Liter Röstwasser 6140 mg gelöste Stoffe, darin 663 mg Stickstoff und 3872 mg Buttersäure),[1]) und Störmer die Reinkultur des Plectridium schon gelungen ist, ergeben sich ganz neue Gesichtspunkte für die Beseitigung dieser schädlichen Abwässer. — Wichtig hierbei ist, daß der Zucker ein besonders gutes Nährmaterial für die Gruppe der nitrifizierenden Bakterien bildet,[2]) deshalb haben wir im großen ganzen in den an Spirogyra und anderen zuckerhaltigen Algen reichen Gewässern die besten Resultate zu verzeichnen, deswegen verdanken weiterhin auch viele Land- und Teichwirte einer verständigen Berieselung mit Fruchtwasser usw. die hohe Produktivität ihrer Objekte.[3])

VII. Wolle, Holz- oder Zellulosepartikelchen

werden mikroskopisch nachgewiesen. Holz sowie Holzschliff enthaltende Papierfasern werden durch eine angesäuerte alkoholische Lösung von Phlorogluzin rot, durch eine wässerige von schwefelsaurem Anilin gelb gefärbt. Über das Verhalten verschiedener Textilfasern gegen bestimmte Agenzien unterrichtet uns die nachfolgende, dem „Chemiker-Kalender für 1906“, T. II, S. 464, entnommene Zusammenstellung (s. S. 268).

Auf dieselben ist besonders dort zu achten, wo sich Zellulosefabriken, Wollwäschereien u. a. m. angesiedelt haben. In der Nähe derselben kann es namentlich nach Regengüssen oder bei Hochwasser sehr leicht vorkommen, daß die Partikelchen, die, ohne zu verfaulen, jahrelang im Untergrunde lagerten, plötzlich aufgewirbelt, sich, gleich Eisenoxyd, Schlamm u. a. m., an den Kiemen der Fische festsetzen und solchergestalt deren Tod durch Erstickung herbeiführen.[4]) Bei eingetretenen Fischsterben sind daher die Kiemen der Kadaver auf anhaftenden Schlamm usw. zu untersuchen.

Leider hat man sich bisher bei der Untersuchung der Abwässer aus Zellulosefabriken, Holzschleifereien usw. fast ausschließlich auf die chemischen Momente beschränkt und über diesen die biologischen bzw. bakteriellen ganz vernachlässigt.[5]) Nun wissen wir aber aus den Untersuchungen von van Tieghem, Hiltner und Stoermer u. a. m.,

---

[1]) Landw. Versuchsst. 1874, S. 441.

[2]) Koch, Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte, 74. Vers., I, S. 189, Mitt. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1906, St. 10, S. 112.

[3]) F. Hulwa, Ztschr. f. Fisch. 1895, 3/4.

[4]) Mojsisovics, „Allg. Fisch.-Ztg.“ 1894, S. 234, M. Marsson, „Unsere Spree“, Mitt. d. Fisch.-Ver. f. d. Prov. Brandenb. 1906, H. 2.

[5]) C. Karmrodt, Ztschr. d. Landw. Ver. f. Rheinpreußen 1861, S. 387, H. Fleck, 12. u. 13. Jahresb. usw., Dresden 1884, S. 11, J. Koenig, „Verunrein. d. Gew.“, 2. Aufl., Berlin 1899, II, S. 320 ff.

daß die Holzfaser speziell durch den Bacillus amylobacter, je nach der Temperatur und den sonstigen Existenzbedingungen, mehr oder minder langsam zu Kohlensäure und Wasser, durch andere wieder zu Methan vergärt wird. Ist es Stoermer gelungen, die Lebensbedingungen der bei der Flachs- und Hanfröte in erster Linie tätigen Pektinvergärer zu ergründen und diese selbst in Reinkulturen zu züchten, sowie G. Loppens und H. Deswarte, dieses Verfahren im großen durchzuführen, so dürfte ein gleiches auch für die in Rede stehenden Organismen nicht allzu schwer halten. Das würde aber die Möglichkeit involvieren, einmal derartig verunreinigte Gewässer zu sanieren und viel-

Untersuchung eines Gemisches von Textilfasern (Pinchon).

<table>
<tr><td colspan="10">Auf das Fasergemisch läßt man 10prozentige Kali- oder Natronlauge einwirken:</td></tr>
<tr><td colspan="3">ein Teil löst sich</td><td colspan="4">ein Teil bleibt ungelöst</td><td colspan="3">alles löst sich</td></tr>
<tr><td colspan="10">Man läßt Chlorzinklösung einwirken:</td></tr>
<tr><td>löst alles auf</td><td>löst teilweise</td><td>löst nichts</td><td colspan="4">löst nichts</td><td colspan="2">löst teilweise auf</td><td>löst nicht</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Die alkalische Lösung wird auf Zusatz von essigsaurem Blei nicht schwarz: Seide</td><td rowspan="7">Der lösliche Teil wird durch essigsaures Blei nicht schwarz, der unlösliche schwärzt sich: Seide und Wolle</td><td rowspan="7">Die Masse schwärzt sich durch essigsaures Blei: Wolle</td><td colspan="4">Chlorwasser, wie auch Ammoniak färben die Faser</td><td colspan="2">Ein Teil wird durch essigsaures Blei:</td><td rowspan="7">Salpetersäure färbt teilweise gelb; der übrige Teil bleibt weiß: Gemenge von Flachs und Baumwolle</td></tr>
<tr><td>rotbraun</td><td colspan="3">nicht</td><td>schwarz</td><td>nicht schwarz</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Die Faser wird durch rauchende Salpetersäure rot: Neuseel.-Flachs</td><td colspan="3">Alkoholische Fuchsinlösung färbt die Faser</td><td rowspan="5">Kalilauge löst die im Chlorzink unlöslich gebliebenen Fasern teilweise. Die bleibenden Fasern lösen sich in Kupferoxydammoniak: Gemenge von Wolle, Seide, Baumwolle</td><td rowspan="5">Pikrinsäure färbt teilweise gelb; der übrige Teil bleibt weiß: Seide und Baumwolle</td></tr>
<tr><td colspan="2">dauernd</td><td>Färbung auswaschbar</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kalilauge färbt gelb</td><td rowspan="3">Kalilauge färbt nicht gelb: Baumwolle</td></tr>
<tr><td colspan="2">Jod u. Schwefelsäure färben</td></tr>
<tr><td>gelb: Hanf</td><td>blau: Flachs</td></tr>
</table>

leicht auch dem Vertorfungsprozeß in unseren Seen und Teichen entgegenzuarbeiten. Freilich müßten wir alsdann vor allen Dingen den betreffenden Organismen das Optimum von Existenzbedingungen durch eine intensive Durchlüftung des Wassers und durch Schaffung einer alkalischen Reaktion bieten. Auf Anregung von Prof. Rosenfeld-Teschen habe ich in letzter Zeit der Verarbeitung der Holzfaser durch die obengenannten Spaltpilze erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. In einigen Wässern wird die Zellulose relativ schnell zu den Endprodukten Kohlensäure und Wasser bzw. Methan vergärt, in anderen dagegen kaum merklich. Oft gelang es mir hier, durch planmäßige Überimpfungen von dem gerade in dieser Beziehung tätigen in träges Wasser eine schnellere Umsetzung der Massen zu erzielen, ein Umstand, welcher planmäßiger Versuche sicher wert ist.

Bezüglich der Zellulose schreibt mir F. Schikora-Haynau gütigst: „Nach meinen Beobachtungen schadet die rohe Zellulose nicht, weil sie neutral reagiert, dagegen gibt die unter Dampfdruck gekochte bei der Wäsche saure, schädliche Abwässer. Also nicht die Holzfaser an sich, sondern die sauren Abwässer vertreiben die Fische aus den Forellenbächen. Bei jenen handelt es sich nun nicht um dem Fabrikationsverfahren entsprechend zugefügte, sondern um solche organische Säuren, die sich in Spuren während des Kochprozesses aus den neben der Zellulose im Rohholze vorhandenen Substanzen bilden. Auch bezweifle ich, daß die Zellulosefasern an die Oscillarien Nährstoffe abgeben; der Vorgang ist vielmehr der, daß diese Algen die Holzfasern zu einem den Bachgrund und die Wände der Rinnen bekleidenden Filz verflechten, um sich derart gegen das Weggespültwerden in dem stark bewegten Wasser zu schützen und weiterhin, nahe der Einleitungsstelle, von den löslichen organischen Stoffen der neutralen Waschwässer ungekochten Holzschliffs zu leben. Im Frühling hebt sich überall vom Grunde der Gewässer mit den Oscillarien eine reiche Artenzahl von Diatomeen, Grünalgen und mannigfachen anorganischen Stoffen an die Oberfläche; so können diese Rasen, gegen Gitter, Rechen, Verstäbungen getrieben, sich dort stauend und faulend, durch Bildung von Schwefelwasserstoff, Ammoniak u. a. m. sehr wohl Kalamitäten hervorrufen.“[1])

Quarzkörnchen, feine Metallpartikel (Feilspäne u. a. m.)

werden mikroskopisch nachgewiesen.

Sie alle vermögen besonders in reißenden Bächen neben Erblindungen auch grobe und fast immer tödliche Verletzungen der Fische herbeizuführen.[2]) Es siedeln sich nämlich alsdann auf der verletzten Haut und den lädierten Kiemen geschwächter bzw. wenig widerstands-

[1]) Vergl. d. v. F. Fischer, „Das Wasser“, 3. Aufl., Berlin 1902, S. 318 ff. mitgeteilte Gutachten v. Buchenau-Bremen.

[2]) R. Leuckart, „Ein. Gutacht. üb. Verunr. v. Fisch- usw. Wässern“, Kassel 1886, J. Koenig a. a. O., I, S. 82 ff.

fähiger Tiere namentlich jene in alkalisch reagierenden, weichen und an organischer Substanz reichen Wässern stets massenhaft vorhandenen „Byssusarten“ (Saprolegnia, Achlya, Leptomitus) an (s. S. 102 ff.), die zu den größten und heimtückischsten Fischfeinden zu rechnen sind, welche wir kennen, und die namentlich dort, wo ein Umsetzen der Tiere in anderes Wasser unmöglich ist, fast immer zum Tode führen.

Sehr geteilt sind bekanntlich die Meinungen über den Wert bzw. Unwert der an suspendierten Bestandteilen oft überreichen Zuschwemmungen für die Gewässer und die in ihnen lebende Fauna und Flora. Kein Wunder! Eins frommt eben durchaus nicht für alle. Anstatt von Fall zu Fall die Art des Gewässers (Untergrundes usw.) einer-, die der angebrachten Stoffe andererseits näher zu untersuchen und solchergestalt die Vor- und Nachteile genau abzuwägen, pflegt man leider auch hierbei alle über einen Kamm zu scheren. So erwünscht uns, wie V. Horák, J. Šusta, V. Burda u. a. betonen, fette Zuschwemmungen auf magerem Terrain sein werden, vorausgesetzt, daß die Massen nicht bloß ein Füllsel für den Kessel bilden, und so günstig sogar zugeschwemmter Sand, wenn er nur richtig verteilt bzw. überall annähernd gleichmäßig abgelagert wird, auf bindigen Teichböden in physikalischer und dadurch weiterhin in biologischer und bakterieller Hinsicht wirken kann, so viel vermögen vice versa tonige Partikelchen in Weihern und Seen, Sand und Geröll vornehmlich in Seen und Flüssen, natürlich aber auch in Teichen zu verderben (s. Kap. II, Vorbemerkungen). Wo die Zuschwemmungen aus bewaldetem oder eben erst abgeholztem Terrain herrühren, werden wir sie im großen ganzen als gut, mitunter sogar als sehr gut, ansprechen müssen, anderenfalls sinkt ihr Wert, je länger die Kuppen schon brach lagen, von der Erika u. a. m. bewuchert wurden, bzw. je größere Mengen von Rohhumus, Humussäuren, schädlichen Eisenverbindungen u. a. m. jene aus Sümpfen, Brüchen, Mooren mit sich führen. Wie schädlich an suspendierten Tonpartikelchen reiche Zuschwemmungen durch Verschlämmen der Produktionsplätze der Nahrung indirekt auf die Fische wirken können, zeigen die Beobachtungen von P. Morcinek[1]) im Bobr und der Olsa bei Teschen, welche ich durch einige analytische Daten belegen kann:

Datum 1906	Bemerkungen üb. d. Witterung der voraufgegang. Periode	Belichtung	Temp. °C	In 100 ccm Bobrw. enth. b. 0° u. 760mm ccm			Pro m² enth. g Trockensubst. an Grund-	
				O	CO_2	N.	Algen	Tieren
16. Juni	Lange trockene Periode . . .	Sonnensch.	20	2,02	a.R	1,1	84,6	42,2
10. Juli	Nach 10täg. Reg. } tägl. mehr. Gewitter, z. T. m. Wolkenbr.	„	21	1,42	0,4	1,3	46,3	18,4
18. Juli	„ 18 „ „ }	„	20	1,24	0,4	1,4	36,4	12,3
30. Juli	„ 24 „ „ }	„	19,4	1,08	0,6	1,3	24,2	10,4
14. Aug.	„ 12 „ regenlos. Periode .	„	20,8	1,42	0,2	1,3	28,4	10,7
26. Aug.	„ 10 „ Regen	„	18,4	1,02	0,4	1,4	20,2	8,7
1. Sept.	„ unbest. Wetter	„	17,6	0,84	0,6	1,3	16,2	7,3

[1]) Wien. landw. Ztg., XXXIX, No. 44.

Genau dasselbe gilt von der Oder und einer ganzen Anzahl anderer Flüsse und Bäche. Speziell in ersterer befindet sich, gleichwie in der nicht kanalisierten und korrigierten Olsa usw., der feine Sand, ähnlich demjenigen der Dünen, in ständiger Bewegung, jede kleine Rille zwischen den Steinen ausfüllend und der nach P. Schiemenz für die Ernährung der älteren Fische ausschlaggebenden Grundfauna, vornehmlich jedoch den sehr empfindlichen Krustazeen und Muscheln, die Existenzbedingungen erschwerend, wenn nicht ganz untergrabend. Es fehlen jetzt eben schon an der Quelle anfangend jene als Ablagerungsplätze für die suspendierten Bestandteile gar nicht hoch genug zu bewertenden ruhigen Tümpel, es fehlt der Austritt auf Acker und Wiese, die Verteilung der Niederschläge durch den Wald, der der Sedimentierung günstige krumme Lauf mit seinen Stauen und Hemmnissen. Hierfür ein recht eklatantes Beispiel aus Österreich-Schlesien: Der nicht regulierte Bach A kommt von einer dicht mit Fichtenjungholz bestandenen, der gerade gelegte B von der daneben liegenden, abgeholzten, sandig-lehmigen Kuppe. Nach einem Wolkenbruch führte an der Einmündungsstelle in die Weichsel (s. Kap. II, „Bilanz des Wassers“):

	Suspend. Bestandteile pro 1 g		Davon verbrennlich %		Bemerkungen
	A	B	A	B	
Am 1. Tage 6 Std. nach Wolkenbruch	34,6	154,8	50	12	s. a. S. 24,
„ 2. „ 18 „ „ „	36,3	164,9	52	8	25
„ 2. „ 24 „ „ „	32,2	148,9	42	7	
„ 3. „ 48 „ „ „	29,4	120,2	40	10	
„ 4. „ 62 „ „ „	16,3	88,4	44	12	

Um das Verschlämmen der Eier zu verhüten, wird das trübe oder vielmehr getrübte Wasser fast allerorts durch Schwämme, Kies, Flanell u. a. m. filtriert. Leider bilden sich derartige Filteranlagen aber dort, wo man es an der nötigen Sorgfalt fehlen läßt, zu Brutplätzen von allerhand Schädlingen, namentlich pathogenen Mikroben, aus, sie schaden mithin meist weit mehr, als sie zu nützen vermögen.[1]) Infolge davon mehren sich in letzter Zeit gerade aus Praktikerkreisen die Stimmen, welche in einer mäßigen Verschlämmung der Eier, vornehmlich mit „gesunder“ (guter, humoser, tätiger) Erde, nicht einen Nach-, sondern einen Vorteil erblicken.

Für ganz besonders schädlich hält Morcinek, a. a. O., S. 4, die durch Kohlenpartikelchen grob verschmutzten Abwässer des in letzteren oft sehr reichlich vorhandenen Schwefels wegen. Das trifft namentlich überall dort zu, wo das Spirillum desulfuricans und die

[1]) s. Fischer a. a. O., S. 416.

den Schwefel zu Schwefelsäure oxydierenden Spaltpilze[1]) wuchern und die zur Neutralisation der überschüssigen Mengen nötigen Basen — vor allem Kalk und Magnesia — fehlen. Werden solche Abwässer vorher aber grob mechanisch gereinigt, so vermögen, wie die Beobachtungen von E. Mahnkopf u. a., im Gegensatz zu Eckstein, zeigen, Fische und andere Wassertiere selbst dann noch sehr wohl in ihnen zu gedeihen, wenn die Färbung eine dunkle, beinahe schwarze ist. Die Hauptsache bleibt auch hier das Verhältnis zwischen Kohlen- und Wassermenge (Schiemenz).

III. Das Verfahren von Zuntz zur biologischen Bonitierung von Fischteichen.

In den voraufstehenden Abschnitten haben wir die Mittel und Wege kennen gelernt, um den Gehalt eines Wassers an den hauptsächlichst in Betracht kommenden nährenden wie schädigenden Stoffen zu ermitteln. Die Frage ist aber, ob uns die so gewonnenen analytischen Daten als Wegweiser bei etwaigen Meliorationen, also in erster Linie der Düngerzufuhr, dienen können. Nun, ich habe nach dieser Richtung hin viel analysiert und experimentiert, mir besondere kleine Teiche gegraben und in größeren Versuche angestellt und bin auf Grund aller dieser zahlreichen Beobachtungen zu den nämlichen Resultaten gelangt, auf denen sich die landwirtschaftliche Düngerlehre schon seit langer Zeit befindet (s. Kap. II), daß einzig extreme Befunde, vornehmlich bei einigen wenigen Mineralstoffen, wie dem Kalk, einen derartigen, ungefähren Anhalt zu geben vermögen, daß es vielmehr zweckmäßiger ist, die Organismen selbst entscheiden, den Kulturversuch sprechen zu lassen, und das um so eher, weil diese letzteren infolge ihrer sehr hohen Ausnutzungsfähigkeit für alle gelösten oder modernden (angedauten) Materialien bereits dann noch deutliche Ausschläge in quantitativer wie qualitativer Beziehung geben, wenn wir die betreffenden Substanzen chemisch noch gar nicht einmal zu fassen imstande sind. Diese Ausschläge werden stets am

---

[1]) Beijerinck, Centrbl. f. Bact., II, 11, S. 594, Natansohn, Mitt. zool. Stat. Neapel, XV.

deutlichsten ausfallen, wenn wir den Organismen tunlichst natürliche Verhältnisse bieten.

Nehmen wir beispielsweise an, ein Teich von 25 cm durchschnittlicher Tiefe sei pro Hektar mit 6 dz bestem Blutmehl in der von Morcinek[1]) und v. Zehmen-Weißig zuerst geübten und dann von Vogel[2]) weiter ausgebildeten Manier der permanenten sommerlichen Teichwasserdüngung beschickt worden, so würde das nach der von Horák[3]) und Béla Corchus[4]) vorgeschriebenen Norm für einen heißen Julitag ein Quantum von insgesamt 20 kg oder 8 mg pro Liter ergeben. Da nun aber selbst das beste (Fattingersche) Blutmehl nur zu 30 bis 35 % wasserlöslich ist, springt die Unmöglichkeit, derartige geringe Spuren mit Hilfe unserer heutigen Methoden sicher festzustellen, ohne weiteres in die Augen.[5])

So nachdrücklich ich also mit Zuntz, Kolkwitz,[6]) E. Giesecke u. a. den Wert der chemischen Analyse für gewisse Zwecke betone, glaube ich andererseits doch deren Unzulänglichkeit für den hier vorliegenden Fall der Feststellung feinster Details hervorheben und für derartige Eventualitäten als Ergänzung den Kulturversuch im Becherglase, oder besser noch in kleinen Naturweihern, vorschlagen zu müssen.

Wie ungemein empfindlich namentlich gewisse zart organisierte Planktonten auf die in Spuren im Wasser vorhandenen gelösten nützlichen wie schädlichen Substanzen reagieren, dafür bloß je ein Beispiel:

Von zwei in demselben sterilen Lettenboden ausgehobenen, gleich großen, mit den nämlichen Mengen Regenwasser beschickten

---

[1]) Frhr. W. v. Gaertner, „Meine Reise nach Galizien, Österreich-Schlesien und Böhmen“, 2. Aufl., Falkenberg O.-S. 1890, S. 15/16.

[2]) „Ausführl. Lehrbuch d. Teichwirtsch.“, Bautzen 1905, III, S. 192 ff., s. a. Korrespondenzbl. f. Fischzücht. 1904, 1905 u. 1906.

[3]) „Teichwirtschaft“, Prag 1869, S. 83.

[4]) Deutsch. Fisch.-Ztg. 1897, S. 186.

[5]) Aus diesem Grunde muß ich auch die Einwände Vogels gegen die von Giesecke „Aus der teichwirtsch. Praxis“, Hannover 1905, und von Walter, Fischerei-Zeitung 1904, S. 172, ausgeführten Düngerberechnungen (s. Korresp. f. Fischz., XII, No. 9 u. 10) als nicht stichhaltig erklären, da tatsächlich derartig geringe Mengen bereits das Wachstum der Organismen kräftig zu fördern imstande sind.

[6]) Kat. d. deutsch. Kollekt.-Ausst., Int. Fisch.-Ausst., Wien 1902, Abt. Binnenf., S. 147.

und gleichmäßig mit den nötigen gelösten Mineralstoffmengen gedüngten Gruben war A mit den der Temperatur angepaßten Dosen von frischem Rinder- und Schweineblut derart versorgt worden, daß für die Zeit von Anfang Mai bis Ende August insgesamt 1,8 ccm pro 1 l kamen. Ungeachtet dieser geringen Zufuhr und trotzdem (oder vielleicht eben weil?) beide in gleicher Weise an den durch die zahlreichen Gewittergüsse gebrachten, nicht unbeträchtlichen Mengen von organisch gebundenem Stickstoff, Ammoniak, Nitriten und Nitraten[1]) partizipierten, lieferte A doch die ganze Saison über etwa 20 mal mehr organische Substanz in Form von Daphnien usw. und demgemäß jetzt bei der Abfischung einen um 55 % höheren Ertrag an Fischfleisch als B. — Von zwei weiteren, aus demselben sterilen Lettenboden ausgehobenen, mit den gleichen Mengen Regenwasser und den nämlichen Quantitäten von gelösten Mineralstoffen beschickten Pfützen wurde C in der bei A geschilderten Manier mit insgesamt 0,9 g reinem Natriumnitrat, D mit demselben Quantum eines etwas perchlorathaltigen Chilisalpeters abgedüngt. Obwohl dieser Chilisalpeter bei dem sonst so empfindlichen Roggen[2]) keinerlei schädliche, vielmehr befriedigende Wirkungen gezeitigt hatte — der be-

---

[1]) s. S. 21, 110, 163 u. a. m. Die bezüglichen Angaben hat H. Warmbold, „Unters. üb. d. Biologie stickstoffbindender Bakterien“, Merseburg 1905, S. 3, in folgender Tabelle zusammengestellt, wobei allerdings zu beachten ist, daß bei den älteren Angaben die Ammoniakabsorption im Laboratorium nicht genügend berücksichtigt wurde (s. Pfeiffer a. a. O.):

Beobachter	Beobachtungsstation	Dauer der Beobachtungen	Mittelwerte aus den angeführten Analysen. Es fanden sich pro Liter mg N-Verbindungen:				
			Regen, Schnee, Hagel, Reif	Tau, Reif	Regenwasser	Schnee usw.	Gesamtniederschläge
A. Levy . . .	Montsouris bei Paris	5 Jahre	2,14 NH_3	4,13 NH_3	—	—	1,59 NH_3 0,70 HNO_3
Frankland .	Rothamsted	2 Jahre	—	—	0,37 NH_3 0,14 HNO_3	1,13 NH_3 0,40 HNO_3	— —
Preuß. Versuchsstationen . .	Über ganz Preußen verteilt	1 Jahr	—	—	—	—	1,74 NH_3 2,24 HNO_3
O. Kellner . .	Tokyo (Japan)	1 Jahr	—	—	—	—	1,15 NH_3 0,23 HNO_3

[2]) Becker, „Leitfaden der Düngerlehre“, Bautzen 1901, S. 72.

treffende Schlag lieferte pro Hektar ca. 40 Zentner Stroh und 18,4 Zentner Körner, eine zweite Parzelle sogar ca. 45 bis 50 Zentner Stroh und allerdings bloß 16,2 Zentner Körner mehr als die anliegenden, gleichartigen, ungedüngten, während Topfversuche mit Weizen ein Plus von durchschnittlich 50 g Körnern und 200 g Stroh ergaben[1]) —, fiel D gegen C doch die ganze Saison über nicht unbeträchtlich ab, wiegt die dort eingesetzte vorgestreckte Brut (12 Stück) momentan 128 g gegen **186 in C.**

So wies die Analyse des Speisewassers einer anderen Tümpelserie neben einem genügenden Kalkgehalt noch 0,008 g Magnesia im Liter auf. Auf die verstärkte Zufuhr von Kalk (in Form von kohlensaurem oder Gips) reagierten die Organismen eher negativ als positiv, um so dankbarer zeigten sie sich jedoch gegen eine schwache Beigabe von Magnesia, insofern als in den mit dieser Substanz beschickten, zunächst eine Massenwucherung von üppig grünenden, einzelligen, Faden-Algen, Flagellaten usw.,[2]) gar bald aber auch von Rotatorien, Cyclopiden und Daphnien eintrat. Die Abfischungsresultate verhalten sich dementsprechend pro 12 Stück Brut wie 106 (ungedüngt) : 102 (mit CaO) : 90 (mit Gips) : 160 bzw. 182 g (mit MgO gedüngt).

In einem dorfteichähnlichen kleinen Weiher ergab die Analyse neben überschüssigen Mengen von organischer Substanz bzw. Stickstoff hinreichend Kalk, Magnesia, Kali, Natron usw., auch anscheinend genügende Phosphorsäurewerte (18 mg pro Liter), so daß die Massenproduktion bester Organismen gesichert zu sein schien. Plötzlich stockte die Entwickelung, vornehmlich der Daphnien, Rotatorien und Cyclopsarten; auf eine Zugabe von gelöstem Präzipitat erholte sie sich jedoch wieder vollkommen. Die nähere Untersuchung zeigte, daß ein großer Teil der Phosphorsäure als Lecithin und Nuklëin sehr fest an die organische Substanz gebunden und dadurch aus dem Stoffkreislauf des Wassers ausgeschaltet war (s. S. 206).

Endlich seien auch gegenteilige Fälle erwähnt: Das nur 30 mg CaO enthaltende Wasser einer 2 qm großen und 20 cm tiefen

---

[1]) s. z. Vergl. Wagner, „Die Stickstoffdüngung d. landw. Kulturpfl.“, Berlin 1892, „Düngungsfragen“, 2. Aufl., Berlin 1896, Heft III, „Die Düngung mit schwefels. Ammoniak usw.“, Arb. d. D. Landw.-Ges., Heft 80, u. a. m.

[2]) s. S. 152.

Pfütze reagierte anfangs kräftig auf eine Zufuhr von kohlensaurem Kalk, sehr bald aber nicht mehr. Es hatten da Dorfbuben einen Haufen Steine (Teschenit), Muschelschalen, Knochen hineingeworfen, welche, wohl durch bakterielle Einflüsse in allerkürzester Zeit gelöst (s. S. 26, Fußnote 3, 193 u. a.), die Werte um 200 % in die Höhe schnellen und dadurch die organische Substanz allzu rasch verarbeitet werden ließen. Nun zeigte sich ständig ein Bedarf an letzterer, dem sich in kurzem auch ein solcher an Phosphorsäure zugesellte. Interessant gestaltete sich unter Einfluß dieser verschiedenen Faktoren die Produktion an Plankton:

		Rohvolumen pro cbm = ccm:
Mai 1.—15.	ohne Zusatz von CaO usw.	6
„ 15.—20.	nach „ „ 0,002 g CaO pro Liter	8
„ 20.—31.	„ weit. „ „ 0,002 g „ „ „	10
Juni 1.—20.	. . . .	15
„ 20.—25.	. . . .	8—10
„ 25.—30.	nach Zusatz von 0,5 ccm Harn pro Liter	15—20
Juli 1.—15.	„ weit. „ „ 0,5 ccm „ „ „	15—18
„ 15.—30.	„ „ „ „ 0,003 g P_2O_5 „ „	20—25
Aug. 1.—15.	. . . .	30—32

Sehr häufig werden wir die Proben nicht durch Zusätze anreichern, vielmehr verdünnen müssen. Das gilt nicht bloß von den Schmutzwässern resp. gewissen Dorfteichen (s. S. 10, Fußn., 86, 91), sondern, wie Seite 6, Fußnote, bereits gezeigt wurde, auch von denjenigen der Brut-, Brutvor- und -streckteiche, vorzüglich in heißen Sommern oder während heißer Perioden, und gerade dabei wird uns die Zuntzsche Methode wieder wertvolle Fingerzeige geben.

Nicht selten beobachtet man — das betonte ich bereits bei den Vorbemerkungen (s. S. 98), wiederhole es aber hier, weil es uns zwanglos zu einer Erweiterung bzw. Modifikation der Zuntzschen Methode führt —, daß von zwei der chemischen Analyse nach gleichartig zusammengesetzten und auch sonst gut übereinstimmenden Wässern das eine von ganzen Wolken von Fliegen-, Mückenlarven u. a. m. bevölkert ist, während sie in dem andern bloß spärlich vertreten sind oder vollkommen fehlen. (Ich habe in dieser Beziehung Unterschiede von 50 und mehr Gramm Trockensubstanz pro Kubikmeter konstatiert.) Hier überwiegen wieder Fliegen-, dort Mückenlarven u. a. m. Diese Fakta mit dem Windschutz

bzw. der Wasserruhe in Zusammenhang zu bringen, wie P. Vogel[1]) u. a. das wollen, geht schon um dessentwillen nicht an, weil die vollkommen ungeschützten, noch dazu zeitweilig von gewaltigen Stürmen gepeitschten Becken, Tümpel und Flüsse Islands, der Tundren, Prärien usw. gegen diese Behauptung sprechen.[2]) Weit zutreffender erscheint mir die Annahme von P. Morcinek,[3]) der diesen Umstand aus der Art bzw. dem Verlauf der Gare und den durch diese Gärung ausgelösten, die Muttertiere anlockenden Gerüchen erklärt. Wir unterscheiden bekanntlich den Schlammgeruch gewöhnlicher Teiche, den Humusgeruch von Waldbächen, den Düngergeruch von Viehschwemmen, den Fäkaliengeruch von Rieselwässern u. a. m., sehen weiterhin, daß auch viele von den in solchen Gewässern vegetierenden Organismen diesen Geruch annehmen, bei ihrem Absterben verstärken können,[4]) endlich, wie günstige Existenzbedingungen entweder für sie selbst oder für die Nachkommenschaft die verschiedenartigsten Tiere auf kilometerweite Entfernungen herbeizulocken imstande sind (Aas: Hyänen, Raben, Totengräber, Schmeißfliegen u. a. m.).[5]) Untersuchen wir ein derartiges Wasser bakteriologisch, so finden wir, je nach der Art seiner Zusammensetzung, in ihm ganz bestimmte Gruppen resp. Arten von Sproß-, Hefe-, Schimmelpilzen, Bakterien usw., welche in Reinkulturen als Erreger der Gerüche wie der Gare sich entpuppen und aus derselben organischen Substanz oft recht verschiedene, teils nützliche oder indifferente, teils schädliche Produkte abspalten (Milch-, Butter-, Essig-, Kohlensäure, Ammoniak, Methan usw.).[6]) Impfen wir nun an agiler organischer Substanz reiche Pfützen mit derartigen Rein- bzw. Mischkulturen, so werden wir in vereinzelten Fällen durch den so erzeugten typischen Geruch bzw. die derart hervorgerufene Gare auch die vorher fehlenden Insektenweibchen zur Eiablage anlocken können.

---

[1]) „Ausführl. Lehrbuch d. Teichwirtschaft", Bautzen 1905, III. Bd., S. 51, 92—98, Korrespondenzbl. f. Fischzüchter 1905, No. 21.

[2]) Knauthe, „Fischereiliche Zeit- und Streitfragen", ebenda 1905, No. 21.

[3]) „Der Niedergang unserer Flußfischerei usw.", Teschen 1892, S. 3.

[4]) F. Schikora-Haynau, Ztschr. f. Fischerei, VII, 1, S. 21.

[5]) s. d. Ausf. v. Dahl, Natw. Wochenschr. 1906.

[6]) Jörgensen, „Mikroorganismen der Gärungschemie", 4. Aufl., Berlin 1898.

Das ist meines Erachtens überhaupt der Kardinalfehler der sonst so ausgezeichneten Zuntzschen Methode, daß sie die grundlegenden bakteriellen Vorgänge im Wasser zu wenig berücksichtigt, und daß sie statt am Anfange, der Quelle des Ganzen, sozusagen, in der Mitte, bei relativ hochorganisierten Wesen, einsetzt. — Wie uns die Zuschwemmungen in den von der Kultur noch wenig oder gar nicht berührten Gebieten zeigen, gab die Natur den solchergestalt ins Wasser gelangten Massen unter normalen Verhältnissen stets auch die zu deren Verarbeitung notwendigen Organismen vom Quell- und überschwemmten Gelände aus mit, denn ihr Bestreben geht trotz aller Sorgfalt für die Erhaltung des Kapitals doch auf eine Ausnutzung, Bewegung desselben. Auch heute bringt jedwede Zuschwemmung neben so und so viel Nährstoffen Massen von Verarbeitern mit; aus den Seite 14 u. a. m. entwickelten Gründen reichen diese Verarbeiter momentan jedoch schon für gewöhnliche Verhältnisse nicht mehr hin, vermögen sie mithin den durch die Düngung um so und so viele Prozente gesteigerten Ansprüchen in keiner Weise zu genügen. Wir werden also, wollen wir wirklich ökonomisch verfahren, neben den Substraten auch die zu ihrer Verarbeitung nötigen Bakterien und Fermente berücksichtigen müssen.

Und gleich noch eins! Im voraufstehenden ist wiederholt gezeigt worden, wie empfindlich die Mikrofauna und -flora gegen gewisse in den Düngemitteln enthaltene Nebensalze sind, wie in bezug darauf sehr einschneidende Unterschiede zwischen den Kulturgewächsen des Landes und denen des Wassers sich herausstellen. Ein weiteres Beispiel möge diese Tatsache hier illustrieren: Im Sammelgraben einer in der üblichen Weise mit Kainit und Thomasmehl abgedüngten Wiese wurden drei gleich große Tümpel (je 2 qm) durch Dämme abgetrennt, zwei von ihnen durch Erdwälle vor Einschwemmungen geschützt, die dritte C aber offen gelassen. Da die Analyse in Verbindung mit der Becherglasmethode einen Phosphorsäure- und Kalihunger auch des Wassers ergab, wurde A mit 1 kg Präzipitat und 1,2 kg des 40 prozentigen Düngesalzes 14 Tage vor der Bespannung beschickt. B erhielt diese Dosen schon acht Wochen vorher, während C von der Wiese beide Stoffe zugeführt wurden. Die durchschnittliche Produktion an organischer Substanz verhielt sich wie 100 (A) : 180 bis 200 (B) :

40 (C).[1]) Auf der Wiese war dagegen zwischen der mit Thomasmehl und Kainit gedüngten Hauptparzelle und dem zum Vergleich mit Präzipitat und 40prozentigem Düngesalz versehenen Stücke ein merklicher Unterschied zugunsten des letzteren nicht zu verzeichnen, dasselbe ergab im Gegenteil auf den Hektar berechnet 6 dz Heu weniger als jene. Im Hinblick auf diese Beobachtungen, welche durch die Praxis ihre Bestätigung finden,[2]) riet ich an, die Substrate vor ihrer Verwendung im Teich den Tier- bzw. Pflanzenkörper passieren zu lassen, und das um so eher und ungeachtet des Widerspruchs der Anhänger einer viehlosen Wirtschaft,[3]) als die glänzenden Erfolge der Chinesen[4]) von Morcinek,[5]) Samereier u. a.[6]) sehr zugunsten dieses Verfahrens sprechen, und wir gerade in bezug auf die Produkte der Geflügelzucht noch stark vom Auslande abhängen.

Fig. 59.
Clathrocystis aeruginosa
(als Typ der Chroococcaceen-Seen).
Nach C. Apstein.

Bei seinen bezüglichen Versuchen operiert Zuntz mit chemisch reinen Materialien. Dadurch entwaffnet er zweifelsohne einen Teil der Gegner, beschwört er aber neue Vorwürfe gegen seine Methode herauf, weil diese von Nebenbestandteilen freien Substrate meist so hoch werten, daß sich ihre Anwendung in praxi verbietet. Solange unsere Fischzüchter die geringen Kosten einer

[1]) Dabei war die Konzentration der Salzlösung in C keineswegs stärker als in den beiden anderen.

[2]) W. Šusta, Österr. Fisch.-Ztg. 1905, III, No. 4.

[3]) A. Küster, „Nutzviehloser Betrieb in der Landwirtschaft", Neudamm 1902.

[4]) E. Kayser, Korrespondenzbl. f. Fischz. 1904, No. 13 ff.

[5]) Frhr. W. v. Gaertner a. a. O., s. a. W. Horák, „Die Nahr. uns. Fische", Zirk. D. F.-Ver. 1875, E. Weeger, Mitt. österr. Fisch.-Ver. 1890, No. 37, Eben-Bauditten, Deut. Fisch.-Ztg. 1882, No. 6, „Die Möwen als Fischernährer", Mitt. Westpr. Fisch.-Ver. 1893, Knauthe, D. Landw. Pr. 1896, S. 523, D. F.-Z. 1897, S. 79 u. a. m.

[6]) P. Vogel gebührt unstreitig das Verdienst, auf diese Verfahren wieder sehr nachdrücklich hingewiesen zu haben. „Ausf. Lehrb.", III, S. 88, 193, 194 ff.

Nachuntersuchung der Dünge- und Futtermittel scheuen, dürfen wir ihnen mit derartigen Postulaten gar nicht kommen.

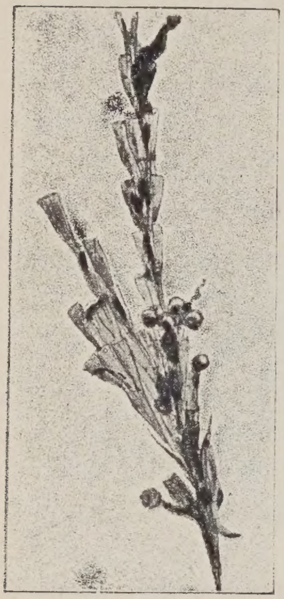


Fig. 60.
Dinobryon stipitatum
(Kolonie mit Cysten).
Nach C. Apstein.

Endlich sei daran erinnert, daß gewisse Glassorten mehr oder minder große Alkalimengen an das Wasser abgeben können[1]) und auch abzugeben pflegen, und daß durch diese das Resultat im positiven wie negativen Sinne getrübt zu werden vermag; wir werden also gut tun, nach dem Vorschlage von Molisch[2]) die im Kulturversuch zu verwendenden Flaschen auf der Innenseite mit einem schwachen Überzug von hartem, reinem Paraffin zu versehen.

Diese Bemerkungen, welche dem Werte der Zuntzschen Methode durchaus keinen Abbruch tun sollen, vorausgeschickt, möchte ich auf die Düngung selbst und die zeitliche Anwendung des Kulturversuches mit einigen Worten eingehen. Bekanntlich führt der Landwirt, nachdem der Grundstock im Herbst oder

---

[1]) Seit vielen Jahren, insbesondere im Verlauf der beiden letzten Dezennien, sind derartig zahlreiche Untersuchungen über die Abgabe von Alkali aus den verschiedenen Glassorten unter Einwirkung von Natronlauge, Sodalösungen usw., besonders in der physikalisch-technischen Reichsanstalt, ausgeführt worden, daß es sehr schwer hält, einen Extrakt daraus in kurzen Umrissen zu geben. Nach freundlicher Mitteilung des Herrn P. Altmann-Berlin NW. stellte es sich dabei heraus, daß die Klassifizierung der Gläser gewissermaßen in sechs Abstufungen vorgenommen werden kann. Die Reihe von den widerstandsfähigsten zu den schlechtesten ist dabei folgende: 1. Quarz gleich unangreifbar, 2. Jenaerglas No. 59 III, 3. Resistenzgläser, 4. härtere Apparatengläser, 5. weichere Apparatengläser, 6. mangelhafte, schlechte Gläser. Halten wir diesen Tatsachen die Befunde von Knörrich über den Einfluß der Konzentration auf das Wachstum der Organismen (Berichte der Biolog. Station Ploen 1900, Bd. VIII, s. f. Sachs, „Gesammelte Abhandlungen", Leipzig 1900, Eschenhagen, „Üb. d. Einfl. d. Lös. v. verschied. Konzentr. a. d. Wachst. v. Schimmelpilzen", In.-Diss., Leipzig 1889, Klebs, „Phys. d. Fortpfl. d. Algen", 1900 u. a. m.), besonders aber die Grundlagen der „biologischen Analyse" gegenüber, so wird uns das zur Vorsicht mahnen müssen.

[2]) Sitzber. kais. Akadem. d. Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl., CIV, Abt. 1, 1895, S. 763 ff., 1896, I, S. 792 ff.

zeitigen Frühling vor der Saat gelegt ist, seinen Pfleglingen in der Zeit des ersten, üppigsten Wachstumes wiederholt noch direkt und leicht assimilierbaren Dünger in der Absicht zu, jene dadurch für den Konkurrenzkampf ums Dasein zu kräftigen. Von den uns im Wasser am meisten interessierenden Organismengruppen vermehren sich, wie Seite 99 bereits nachgewiesen wurde, aber einige jeden dritten Tag, andere noch viel öfter. Um also wirkliche Höchsterträge zu erzielen, werden wir bei aller Ökonomie tunlichst häufig in den der Temperatur des Wassers angepaßten Dosen düngen und dabei besonderen Nachdruck auf das **Gelöstsein** der Substrate legen müssen („Permanente sommerliche Teichwasserdüngung“ Vogels).[1] Betrachten wir uns alle unsere Gewässer, vom magersten Heide- und Feldtümpel bis hinauf zum fettesten Dorfteich, so finden wir die größten Nährstoffmassen gerade während des Winters und zeitigen Frühlings aufgestapelt; das sind die Vorratsdüngungen der Natur. Wie die Planktonuntersuchungen von Apstein, Walter, Lauterborn u. a. zeigen, zeitigen dieselben so lange eine Massenwucherung von Organismen, bis nach dem Gesetz vom Minimum der in der Minderheit vertretene, unentbehrliche und unersetzliche Nährstoff ihre Entwickelung begrenzt. — Dinobrien- — Chroococcaceen-Seen Apsteins.[2]) Des Zusammenhanges wegen seien hier die bezüglichen Planktonbefunde des genannten Gelehrten[3]) den analytischen Ergebnissen von E. Raben gegenübergestellt:[4])

Fig. 61.
Chydorus sphaericus
(findet sich in Chroococcaceen- pelagisch, in Dinobrien-Seen litoral vor).
Nach C. Apstein.

---

[1]) „Ausf. Lehrb. d. Teichwirtschaft“, Bautzen 1905, III, S. 192 ff.; übrigens haben **schon lange vor** Vogel Walter u. a. dieses Verfahren empfohlen, letzterer nannte dasselbe direkt „das Meliorationssystem der Zukunft“ (Jahrb. Schles. Fisch.-Ver. für 1895, Ztschr. f. Fisch. 1896).

[2]) „Vergl. d. Plantonprodukt. i. versch. holst. Seen“, Ber. Nat. Ges. zu Freiburg i. Br. 1894, Bd. 8, S. 3—8. „Das Süßwasserplankton“, Kiel 1896, S. 94 ff.

[3]) a. a. O., S. 90—92, 97 ff.

[4]) Wissensch. Meeresunt. Abt. Kiel, n. F., Bd. 8, S. 284, 287.

Rohvolumina berechnet auf 1 cbm Wasser.[1])

	Datum	ccm
Dobersdorfer (Chroococcaceen-) See . . .	26. 4. 1891	35,3
	31. 5. „	37,3
	5. 7. „	50,5
	19. 7. „	38,0
	2. 8. „	42,1
	30. 8. „	75,8
	20. 9. „	118,0
	4. 10. „	**217,5**
	11. 10. „	147,5
	1. 11. „	53,2
	15. 11. „	23,0
	20. 12. „	24,3
	20. 2. 1892	**9,5**
	27. 3. „	13,6
	13. 4. „	21,0
	11. 5. „	17,0
	26. 6. „	99,4
	26. 8. „	68,4
	6. 9. „	73,0
	26. 10. „	29,5
	17. 5. 1893	13,3
Selenter (Dinobrien-) See	24. 5. 1891	4,9
	6. 9. „	**15,2**

Selenter See . . .	Maximum	15,2
	Minimum	4,9
Dobersdorfer See	Maximum	217,5
	Minimum	9,5

Dobersdorfer See, September 1904.

Station No.	Schöpftiefe m	Ammoniak als N, Milligramm im Liter	Nitrit + Nitrat als N, Milligramm im Liter	Gesamtstickstoff, Milligramm im Liter	Kieselsäure, Milligramm im Liter	Bemerkungen
1	0	0,141	0,100	0,236	0,57	
1	6	0,129	0,095	0,235	—	
1	6	0,135	0,130	0,274	—	Schlammwasser
2	0	0,112	0,096	0,212	0,43	
2	Boden	0,127	0,079	0,220	—	

[1]) Sehr eingehend mit dieser Klassifikation Apsteins hat sich L. Cohn, Ztschr. f. Fisch., X, 4, S. 248 ff., beschäftigt; er konnte zwar einige (z. B. den Löwentin) hier einreihen, sehr viele masurische Seen aber nicht (s. a. Strodtmann, Plöner Ber., Bd. III, Arnold, Journ. f. Fischwirtschaft 1898, No. 12, 1900, No. 5, bes. aber C. B. Klunzinger, Ztschr. f. Fisch., V, 4, S. 147 ff., 173 u. a.).

Selenter See, September 1904.

Station No.	Schöpftiefe m	Ammoniak (als N, Milligramm im Liter)	Nitrit + Nitrat (als N, Milligramm im Liter)	Gesamtstickstoff (Milligramm im Liter)	Kieselsäure (Milligramm im Liter)	Bemerkungen
1	0	0,083	0,074	0,151	0,40	
1	8	0,071	0,072	0,145		Boden
1	—	0,146	0,116	0,263		Schlammwasser

Diese Wucherung setzt indessen sofort wieder ein, wenn Regengüsse die nötigen Stoffe anschwemmen, daher die Regel: „Gewitterjahre sind allemal auch gute Fischjahre".

Den eben geschilderten Vorgang ahmt nun P. Morcinek nach. Demgemäß gibt er im Winter bzw. zeitigen Frühling pro Hektar etwa 150 Ztr. eines aus frischem Blut, Eingeweiden, Panseninhalt und anderen Schlachthausabfällen, sowie guter, alter Kulturerde hergestellten, wiederholt umgestochenen, gut verrotteten[1]) Kompostes, von dem er auch während der Saison, je nach der Temperatur und dem Bedarf des Wassers, mehr oder minder große Dosen nebst gelöstem Hühner- und Taubenmist einbringt. Als Indikatoren für den jeweiligen Düngerzustand des Wassers dienen ihm die auf der Oberfläche treibenden Watten von Fadenalgen, welche die Teiche nach jedweder Düngung wie mit einem Teppich überziehen und infolge ihres Luxusansatzes die überschüssigen Nährstoffe größtenteils festlegen, gleichzeitig aber auch durch die von ihnen produzierten Sauerstoffmengen, wie infolge des durch sie gespendeten diffusen Lichtes Zersetzungen tunlichst hintanhalten. Einige analytische Daten mögen das belegen:

---

[1]) s. Rein. Kuhnert, Fisch.-Ztg., VIII, No. 9, S. 130. Einen sehr interessanten Versuch hat ein österreichischer Fischzüchter angestellt. Er warf in zwei gleich große, von demselben Wasser gleich hoch bestandene, gleich intensiv belichtete Pfützen, von denen die eine mit typischen Bauern-, die andere mit extrem hochgezüchteten Karpfen besetzt war, die nämlichen Mengen des in einem Bottich gemischten faulen Blutes. Die Bauernkarpfen blieben dabei alle am Leben, die hochgezüchteten gingen dagegen bis auf zwei innerhalb weniger Stunden ein, und diese zwei waren gerade die kleinsten Stücke.

Analysen der Algenwatten aus den Guldauer Teichen.[1])

Düngerzustand der Weiher	In 100 g Trockensubstanz sind enthalten g: Rohprotein	Reineiweiß	Fett	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser	Reinasche	In 1000 g Trockensubstanz sind enthalten g: Kalk	Phosphorsäure	Kali	Prod. Trockensubstanz pro qm g	Bemerkungen
Ungedüngt. Teich II	18,2	12,4	2,8	51,8	5,4	22,8	74,2	16,4	23,6	44,3	Zufluß reich an CaO, P_2O_5 MgO.
„ „ I	17,6	13,4	3,0	49,5	5,3	24,6	121,4	32,8	42,0	62,4	
Teich III											
8 Tage nach Düng.	24,8	10,3	3,2	45,5	6,4	20,6	84,8	36,9	24,2	112,2	Schlachthofkompost
14 „ „ „	32,4	10,7	4,8	39,3	5,9	20,6	86,4	39,8	27,3	156,1	
21 „ „ „	36,6	11,2	4,0	32,9	5,9	20,8	94,7	42,4	28,2	166,1	
36 „ „ „	21,4	9,8	3,7	49,1	4,6	21,2	92,2	37,6	30,4	100,9	
8 Tage nach wiederholter Düngung	26,3	11,6	4,4	38,0	5,9	25,4	132,8	54,7	37,9	142,8	Präzipitat und Blutkompost
18 Tage nach wiederholter Düngung	28,4	10,9	4,8	35,0	6,1	25,7	142,6	56,2	39,7	158,8	

Guldauer Teichwasser mit Algendecke.

Proben wann entnommen	In 1 l sind enthalten mg				In 100 ccm sind enthalten bei 0° u. 760 mm ccm			
	Org. Subst	Ges. N	Ammoniak als N	Nitrit + Nitrat als N	O	CO_2	N	Methan
8 Tage n. Düng.	232	49	4,4	28,6	1,42	0,2	1,2	0,4
14 „ „ „	180	41	4,9	14,3	1,66	0,2	1,4	0,4
21 „ „ „	164	52	6,3	24,8	1,84	a. R.	1,2	—

[1]) s. a. die Analysen von B. Steglich, S. 189 meiner „Karpfenzucht", Neudamm 1901.

Teich A: vor der Düngung enthielt das Plankton (tierisch) 9,23 % N
nach der Düngung mit Haselllaub . . . . . 10,64 „

Teich C: das Plankton enthielt vor Düngung . . . . 9,16 „
das Plankton enthielt nach Düngung mit überhitztem Blutmehl . . . . 9,90 „

Teich D: das Plankton enthielt vor Düngung . . . . 9,37 „
das Plankton enthielt nach Düngung mit bestem Blutmehl . . . . 11,16 „

Ferner meine a. a. O. Seite 164, 169, 190 wiedergegebenen Versuche, sowie N. Zuntz, Mitt. d. Brandenb. Fisch.-Ver. 1906, H. 3/4, S. 53.

Guldauer Teichwasser ohne Algendecke.[1])

Proben wann entnommen	In 1 l sind enthalten mg				In 100 ccm sind enthalten bei 0° u. 760 mm ccm			
	Org. Subst.	Gesamtstickst.	Ammoniak als N	Nitrit + Nitrat als N	O	CO_2	N	Schwefelwasserstoff
8 Tage n. Düng.	186	16	0,4	4,2	0,4	0,8	2,2	fehlt
14 „ „ „	99	22	—	14.6	0,4	1,2	2,4	fehlt
21 „ „ „	52	8	—	4,3	0,3	1,4	2,4	Spur

Was die zeitliche Anwendung der Zuntzschen Methode anlangt, so wird der wirklich ökonomische, rationelle Wasserwirt nicht erst abwarten, bis ihm die Planktonzüge ein Nachlassen der Produktivität anzeigen, sondern er wird aus fortgesetzten, womöglich in kleinen Versuchsteichen kontrollierten Reihen das Optimum der Existenzbedingungen zu ermitteln suchen. Das hat übrigens, wie mir berichtet wird, schon früher der bekannte Fischzüchter E. Giebner in Bielitz getan und solchergestalt Resultate erhalten, welche die der besten Dorfteiche weit übertrumpften (Morcinek). Leider hat er dieses von ihm als Geheimnis betrachtete Verfahren mit ins Grab genommen.

Die Zuntzsche Methode zur Bonitierung von Fischteichen[2]) wird nun in der Art ausgeführt, daß man ein größeres Quantum des zu prüfenden Wassers durch ein Papierfilter filtriert und davon Mengen von je $^1/_2$ l in gut gereinigte paraffinierte Glaskolben von etwa $^3/_4$ l Inhalt (s. Fig. 25) verteilt. Während nun einige dieser Kolben, die zur Kontrolle dienen, keinen weiteren Zusatz erhalten, werden die anderen mit genau bekannten Mengen der auf ihre Wirksamkeit zu prüfenden Stoffe versetzt. Man wird hierbei so ziemlich alle praktisch in Betracht kommenden Möglichkeiten erschöpfen, wenn man von den Säuren die Schwefel-, Phosphor-, Salpetersäure und das Chlor, von den Basen Natron, Kali, Ammoniak, Kalk, Magnesia, Eisenoxydul in Betracht zieht. Zu diesem Behufe läßt man sich in einer zuverlässigen Apotheke die nachfolgenden Lösungen tunlichst immer frisch in paraffinierten Tropffläschchen bereiten:

---

[1]) War durch kleine Dämme aus dem Teiche herausgeschnitten worden.

[2]) Fischerei-Zeitung, Neudamm 1900, S. 97 ff.

1. 5prozentige Lösung von Natriumsulfat (Glaubersalz),
2. 5 „ „ „ zweibasischem Natriumphosphat,
3. 5 „ „ „ Natriumnitrat (Chilisalpeter),[1])
4. 5 „ „ „ Chlornatrium (Kochsalz),
5. 5 „ „ „ Kaliumsulfat,
6. 5 „ „ „ Ammoniumsulfat,
7. 5 „ „ „ Chlorcalcium,
8. 5 „ „ „ Magnesiumsulfat,
9. 1 „ „ „ Ferrosulfat (Eisenvitriol),
10. 2 „ „ „ Ätzkalk (Kalkmilch).

Hierzu kämen noch:

11. eine Flasche mit frischem, eine andere mit gefaultem Tierharn (Jauche),
12. eine Flasche mit gefaultem Strohinfus, oder besser noch, im Hinblick auf die älteren Versuche von Stenzel, Laub,[2]) etwa in der Art bereitet, daß man 10 g Stroh (Laub, besonders von Erle, Pappel, Rotbuche, Hasel) in 100 ccm Wasser längere Zeit rotten läßt und dann die Flüssigkeit abfiltriert,
13. eine Flasche mit rottender Gründüngung, derart hergestellt, daß man a) Leguminosen, b) Senf, Buchweizen in 100 ccm Wasser, c) 2 bis 3 Tage, d) längere Zeit rotten läßt und die Flüssigkeit darauf durch Müllergaze filtriert.[3])
14. als „Impfwasser" eine **frisch** bereitete, dekantierte Abschwemmung von guter, alter Kultur- bzw. Gartenerde.

Falls man noch andere pflanzliche oder tierische Abfallprodukte auf ihre Wirksamkeit prüfen will, kann man dieselben in der bei 12 angegebenen Manier vorbereiten.

Es werden nun zwölf der mit Teichwasser beschickten Kolben mit je vier Tropfen der Lösungen 1 bis 12, die mit Chilisalpeter (3), Ammoniak (6), Jauche und Strohwasser (12), außerdem mit 1 bis

---

[1]) Diese Lösung sollte, wie die von Ammoniumsulfat, stets frisch hergestellt und auf ihr Freisein von Perchlorat geprüft werden.

[2]) Deutsche Fisch.-Ztg. 1881, S. 211, F. Lugrin, Bull. U. S. F. C., 1887, S. 203, K. Nicklas, D. F.-Z. 1889, S. 382, E. Weeger, Mitt. Öst. Fisch.-V. 1890, S. 191.

[3]) s. Rakus u. v. Scheidlin, „Praktische Unterweisung", Wien 1902. Als Gründüngungspflanzen empfiehlt Nicklas, „Lehrb. d. Teichw.", S. 199: Wicken, Bohnen, Erbsen, Walter, „Die Bew. u. Ausn. d. kl. Dorf- u. Haust.", Berlin 1897, S. 17, die Lupine, Wernecke den wilden oder zahmen Buchweizen, Fisch.-Ztg., VII, S. 744. Die besten Resultate erzielte ich mit Erbsen, D. Landw. Pr. 1896, S. 825 ff., D. F.-Zt. 1896, S. 117 (s. Schulz-Lupitz, „Der Zwischenfruchtbau a. leicht. Bod.", Berlin 1895, S. 88/89; über die Anspr. d. Legum. a. d. Milieu, Becker, „Leitfad.", S. 60 ff.).

2 Tropfen des sub 14 angegebenen Impfwassers versetzt. Darauf fügt man einen Tropfen einer Aufschwemmung von Protococcus oder anderen einzelligen Grünalgen, die man mit Hilfe des Planktonnetzes leicht aus einem Teiche sammeln kann, zu, verschließt die Flaschen mit einem Wattebausch und stellt sie an einem warmen, hellen Orte derart auf, daß alle gleichmäßig Licht und Wärme empfangen.[1]) — Wenn es an dem einen oder dem anderen Stoffe in dem Wasser fehlt, kann man schon nach 2 bis 3 Tagen ein üppigeres Ergrünen in dem oder den Gefäßen wahrnehmen, welche den fehlenden Stoff enthalten. Jetzt setzt man in jede der Flaschen einige Infusorien, Rotatorien, Cyclopiden und Daphnien, um den Einfluß der zugesetzten Stoffe auch auf deren Entwickelung zu ermitteln. Nach 8 bis 10 Tagen pflegen die Unterschiede hier ebenfalls bemerkbar zu sein, da diese Zeit zur Entwickelung mehrerer Generationen ausreicht. Es ist zweckmäßig, die Tiere erst zuzusetzen, nachdem die Algen eine

---

[1]) Richtiger wäre es wohl, um möglichst natürliche Bedingungen herzustellen, diese Gefäße offen unter analogen Verhältnissen, wie sie der Teich bietet, im Freien zu plazieren. Das Zimmer mit seinem höheren Gehalt an Kohlensäure, Ammoniak usw. einer-, den fehlenden Niederschlägen andererseits muß notwendigerweise zu schiefen Resultaten führen. Die nachfolgenden Daten mahnen denn doch zur Vorsicht. Es handelt sich dabei um Algen-(Protococcus-) Kulturen in $^1/_{10}$ kompletter Molischlösung, von denen die Gruppe A ohne Wattepfropfen im Freien, B dagegen mit letzteren versehen, unter den nämlichen Belichtungsverhältnissen im Zimmer aufgestellt war. Von zwei weiteren mit Algen und Daphnien beschickten Serien stand C neben A, D neben B:

Am wiev. Tage nach Impfung	Witterung der vorherg. Tage	Belichtung	Temp. °C	100 ccm W. enth. b. 0° u. 760 mm ccm*) O		Am wiev. Tage nach Impfung	Witterung der vorherg. Tage	pro 1 l Wasser prod. Rohvolumen an Daphnien ccm Trockens.	
				A.	B.			C.	D.
10	Heiß und trocken, wenig Tau	intens. Sonnensch.	22,6	2,42	2,40	10	Heiß und trocken, wenig Tau	0,8	0,9
26			20,9	2,36	2,52	26		0,7	0,95
36	Nach Regenperiode**)	intens. Sonnensch.	18,4	**2,54**	1,80	35	n. 9tg. Reg.	**1,4**	0,9
45			19,2	**2,36**	2,00	48	n. 20tg. Reg.	**1,86**	1,1

*) Nach Winkler, **S. 146,** bestimmt.

**) Während dieser Periode gingen fast täglich 2 bis 3 starke Gewitter nieder.

gewisse Entwickelung erreicht haben, weil letztere als Nährmaterial jener nicht recht aufzukommen vermögen, wenn von vornherein zu viel Tiere neben wenig Algen in einem Gefäße vorhanden sind.

Wenn nach etwa 10 Tagen sich herausstellt, daß die Entwickelung der Flora und Fauna in den mit den Lösungen 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10 versetzten Proben nicht wesentlich besser ist als in den Kontrollflaschen, während 3, 6, 9, 11 und 12 ein üppigeres Wachstum zeigen, so wäre daraus zu folgern, daß es dem Wasser an stickstoffhaltigen Verbindungen und an Eisen fehlt; denn letzteres ist in Lösung 9, erstere sind in Lösung 3 als Salpetersäure, in 6 als Ammoniak, in 11 und 12 in Form von komplizierten organischen Verbindungen enthalten. — Nachdem dies festgestellt worden ist, wäre in zweiter Linie zu untersuchen, welche von den stickstoffhaltigen Verbindungen und in welcher Konzentration sie am besten wirkt, und ferner, ein wie großer Zusatz des Eisensalzes die günstigste Wirkung hervorruft.

Zu diesem Behuf beschicken wir aufs neue paraffinierte Kolben mit frisch filtriertem Teichwasser, versetzen dann etwa sechs mit je vier Tropfen der Ferrosulfatlösung No. 9 und mit 2, 4, 6, 8, 12, 16 Tropfen der Nitratlösung No. 3. Weitere sechs Kolben erhalten dieselbe Menge Eisenvitriol nebst einem ebenfalls von 2 zu 16 Tropfen wachsenden Zusatz der Ammonsulfatlösung No. 6. Sechs Kolben endlich dienen zur Ermittelung der günstigsten Menge des Eisenzusatzes, indem sie alle gleichmäßig eine ordentliche Menge, etwa 6 Tropfen, Ammonsulfat- oder Nitratlösung und dazu 1, 2, 4, 6, 10, 15 Tropfen Ferrosulfatlösung empfangen.

Wenn nun unter diesen letzteren Gefäßen etwa das mit **2** Tropfen Eisenvitriol versetzte die beste Entwickelung zeigt, so wissen wir, daß eine größere Gabe dieses Salzes unnütz ist, ja sogar schädliche Wirkungen entfaltet. Ebenso ergäbe in der Nitratreihe der Zusatz von **6** Tropfen maximale Wucherung, während sich bei den noch reichlicheren Dosen keine Verbesserung, sondern eine Verschlechterung zeigt.

Es ist nun leicht, von den in den Kolben ermittelten Zahlen auf den Düngerbedarf des ganzen Teiches zu schließen. Nehmen wir einmal an, der fragliche Weiher habe einen durchschnittlichen Wasserstand von 0,75 m, dann ist der Hektar von einer Wassermenge = 0,75 × 10000 = 7500 cbm bedeckt. Im voraufstehenden

hatten wir gesehen, daß $^1/_2$ l des Wassers 2 Tropfen Eisenvitriol- und 6 Tropfen Chilisalpeterlösung erfordert.[1]) Fin Tropfen entspricht etwa 0,05 g. Wir haben also einen Bedarf von 2 × 0,05 = 0,1 g der 1prozentigen Ferrosulfat- und 6 × 0,05 = 0,3 g der 5prozentigen Nitratlösung pro 500 ccm Wasser. Auf $^1/_2$ cbm, die tausendfache Menge, entfallen ebenso viele Kilogramm und für die 1 ha bedeckenden 7500 cbm ist die Zahl noch mit 2 × 7500 = 15000 zu multiplizieren. Wir berechnen also für den Hektar einen Bedarf von 15000 × 0,1 = 1500 kg der 1prozentigen Ferrosulfatlösung = 15 kg Eisenvitriol, und von 15000 × 0,3 = 4500 kg der 5prozentigen Chilisalpeterlösung, entsprechend 225 kg Natriumnitrat.

Da, wie aus den bisher veröffentlichten Analysen des Teich- und Seenwassers hervorgeht, trotz aller Strömungen usw. die Mischung der gelösten Materialien nur sehr langsam erfolgt, lege man auf eine gleichmäßige, feine Verteilung der tunlich gelöst einzubringenden Substrate den größten Nachdruck. Zu diesem Zwecke hat H. von Zehmen besondere, vorn und hinten nach Art der Drebel durchlöcherte Boote konstruiert, welche sich in Weißig sehr gut bewährten. — Wie stark die Verteilung der Düngermassen im Wasser, selbst in kleinen Teichen, nach Wochen noch differieren kann, dafür einige Beispiele:

[1]) Interessant sind im Anschluß daran sicher folgende Bemerkungen von Wernecke, „Fisch.-Ztg.“, VI, 13, S. 196: „Bei der Untersuchung meines Teichwassers nach Prof. Zuntzscher Methode fand ich durch Zufall, daß Wasser mit Zusatz von Phosphorsäure, Salpeter und Chlor sehr leicht, dagegen mit Zusatz von Kalk, Eisen und Glaubersalz schwer friert, während Kali, Salz, Ammoniak und Bittersalz die Mitte halten. So ist allgemein bekannt, daß der Gewitterregen viel Luftstickstoff enthält. Sehen wir doch nach Gewitterregen oft Gras und Kornhalm sozusagen über Nacht um ein beträchtliches wachsen. Enthält nun ein Teich in Wasser und Boden genügend Mineralstoffe bei Mangel an Stickstoff, und gibt man dazu noch ein stickstoffarmes Futter, werden da nicht häufige Gewitterregen Wunder wirken können, während sie bei Mineralstoffarmut und stickstoffreichem Futter vielleicht ganz versagen? Vielleicht wirkt auch der Stickstoff mehr, als wir annehmen, fördernd und bei Überfluß möglicherweise hemmend auf Appetit und Verdauung. Denn bei mir hat es den Karpfen im letzten Jahre ganz entschieden an Appetit und Verdauung gefehlt. Ich hatte in manchen Teichen so viel Naturnahrung, als noch nie, und dabei war der Abwachs sehr gering.“ Schade, daß in diesen Fällen der Sauerstoff und die Kohlensäure nicht bestimmt wurden!

Teich bei Guldau mit kompostiertem Schlachthofdünger in Häufchen gedüngt.

Vor wie langer Zeit gedüngt?	Entfernung vom nächsten Düngerhaufen	In 1 l enthalt. mg		Bemerkungen
		organ. Substanz	Gesamtstickstoff	
21 Tagen . .	0 m	164,0	52,2	lagen abseits vom Zu- bzw. Durchfluß
21 „ . .	10 m	84,2	36,4	
21 „ . .	15 m	94,6	38,4	
21 „ . .	0 m	184,9	74,8	lagen am Zu- bzw. Durchfluß
21 „ . .	8 m	222,6	94,7	

Bauernteich Drahomischl, am Südufer vom Vieh seit Anfang Mai gedüngt.

Ort, Entfernung vom Südufer	Zeit der Probenahme	1 l enthält mg		Bemerkungen
		organ. Substanz	Gesamtstickstoff	
Nordufer 12 m	Ende Juni	72,4	18,6	Nicht durchströmter Himmelsteich
Westufer 8 m	„ „	96,9	32,4	
Südufer 0 m	„ „	216,8	62,4	
Mitte 7 m	„ „	132,9	48,7	

Zum Schluß möchte ich noch darauf aufmerksam machen, daß in sehr vielen Fällen die Heranziehung des Schlammes bei diesen Bonitierungsversuchen zur Notwendigkeit wird, daß wir alsdann also neben den eben skizzierten Reihen noch Gefäße mit Schlammwasser, Grundalgen und -tieren und in der Kap. II, II beschriebenen Weise Topfkulturen werden ansetzen müssen.

II. Kapitel.

Der Boden.

I. Vorbemerkungen.

Anknüpfend an Betrachtungen über den in neuester Zeit sich vollziehenden Umschwung in den Anschauungen über die Nährtiere (und -pflanzen) unserer Fische, also die Produktionsquellen des Wassers, habe ich in den voraufgegangenen Abschnitten (s. S. 7/8 u. 206/207) meine Meinung dahin präzisiert, daß überall, wo — gleichwie im Dorfteiche oder bei der von Walter empfohlenen permanenten Wasserdüngung — die gelösten Stoffe quantitativ und qualitativ überwiegen, die Schwebfauna und -flora, dagegen dort, wo sich im Gegensatze zu dem mageren Wasser größere Nährstoffmengen im Schlamme vorfinden, die Pflanzen und Tiere des Untergrundes im Vorteil sein werden. Letzteres ist in einem um so höheren Grade der Fall, je mehr die Bodenschicht durch feine Lehm- und Tonpartikelchen verschlämmt wird, je fester mithin die Massen lagern, und je weniger sie im Laufe der Saison durch die Geräte der Fischer, die Hufe, Klauen bzw. Schnäbel der Tiere eine Bewegung oder Bearbeitung erfahren. Die folgenden, unter gleichen Verhältnissen, d. h. in eigens zu diesem Zweck ausgehobenen Löchern, gewonnenen Daten belegen das Gesagte deutlich:[1])

---

[1]) Kein Wunder! Es wiederholt sich eben hier das nämliche, was beim Behacken und Behäufeln des Ackergeländes der Fall ist, daß nämlich infolge der so geschaffenen Krümelstruktur, ganz besonders aber der besseren Durchlüftung, die Atmosphärilien weit intensiver in den Boden eindringen können, als das früher der Fall war. Wenn so häufig betont wird, daß die namentlich in armen Teichen beobachtete Durchwühlung des Untergrundes abseiten der Karpfen mit der Suche nach der Grundfauna zusammenhängt, so muß ich demgegenüber

No.	Größe m²	Düngung pro m²	Art der Bearbeitung	Wasser enth. im Liter mg org. Subst.	Schlamm enthält in einer 10 cm tiefen Schicht Prozente org. Subst. nach 3 Mon.	6 Mon.	Bemerkungen
I.	2	25 kg frische Kuhfladen	unbearbeitet	182—225	36,4	32,7	Rohhumus
II.	2	„	wöchentlich 2 mal aufgerührt	312—340	18,2	16,9	„
III.	$2^1/_2$	„	täglich geknetet	536—584	10,7	8,4	—

In einem anderen, ähnlichen Falle enthielt das Wasser, solange Rinder, Pferde und Säue in den Entenpfuhl getrieben wurden, im Liter ca.: 0,5 g organische Substanz, 0,2 g N, 0,04 g P_2O_5, 0,2 g CaO, 0,4 g Cl. Dabei lagerte auf dem Schlamm eine bloß schwache Schicht vornehmlich von Zellulose und Rohfaser. — Nach Aufhören des Eintriebes ergab das Wasser im Liter ca. 0,1 g organische Substanz, 0,05 g N, 0,006 g P_2O_5, 0,08 g CaO, 0,09 g Cl. Dafür lagerte im Kessel des kleinen Pfuhles eine 10 bis 15 cm dicke Schicht von Geflügelmist mit einem ungefähren Gehalt (in 1000 Teilen) von: 80 g organischen Massen, 7 g N, 14 g P_2O_5, 4 g K_2O, 16 g CaO, 2 g Cl. Halten wir diesen Zahlen die Wolffschen Durchschnittswerte gegenüber, so können wir die Größe der Arbeitsleistung durch das Vieh um so eher genau normieren, wenn wir hören, daß die Produktivität an Fischfleisch — auf den Hektar berechnet — von 200 auf 118,6 kg hinabsank. Nach den von Stutzer neu bearbeiteten Tabellen von E. v. Wolff enthält frischer Mist (in 1000 Teilen) von:

Enten 262 g organische Masse, 10 g N, 14 g P_2O_5, 6 g K_2O, 17 g CaO—Cl.
Gänsen 134 g organische Masse, 5 g N, 5 g P_2O_5, 9 g K_2O, 8 g CaO—Cl.

Mittel 198 g organische Masse, 7 g N, 9 g P_2O_5, 7 g K_2O, 12 g CaO—Cl.[1])

In derartigen Fällen lagern alsdann, wie die Figur 63 deutlich zeigt, oft recht beträchtliche Mengen von bestem Nährmaterial, Humus wie Mineralien, vollkommen nutzlos im Untergrunde, denn weder das Wasser, noch die in letzterem gelöst enthaltene Luft, noch endlich die Bakterien können an sie heran. Da nun springen die flach bzw. mehr oder minder tief wurzelnden Pflanzen des

bemerken, daß, so zutreffend dies im allgemeinen auch sein mag, dieses Durchwühlen des Untergrundes doch auch bei starker Fütterung, sei es zur mechanischen Aufnahme von Boden, sei es der Fermente wegen, erfolgt (s. S. 175).

[1]) Vergl. Landw. Kalender von O. Mentzel u. A. v. Lengerke, Berlin 1896, T. I, S. 89.

Ufers und Grundes (submerse, — harte, grobe Flora) in Verbindung mit einer ganzen Anzahl tierischer Organismen ein, holen die Nährstoffe aus dem Boden heraus, bauen mit ihrer Hilfe organische Substanz auf und machen sie so den höheren wieder nutzbar. Je mehr das Schilf, die Binsen, kurz, die den Wasserspiegel überragenden Gewächse dominieren, desto geringer wird der Nutzeffekt des Aufschließungsverfahrens sein, er ist um so größer, je mehr die Pflanzen den Darm von Tieren passieren, und der Tierkot zur Erzeugung einer üppigen Ufer- und Grundfauna beiträgt. Das gilt bezüglich der submersen Wasserpflanzen ganz besonders in der Teichwirtschaft. Nach Seligo, Rakus und Scheidlin u. a. m. kommen dieselben nicht im frischen, sondern nur im rottenden Zustande bzw. in Form von Detritus der Mikrofauna zugute, obwohl gleich den jungen Krebsen (s. Schikora, Fisch-Ztg., IX, S. 532) und den Fischen auch Schnecken usw. die jungen Triebe durchaus nicht verschmähen (cfr. K. Lampert, „Das Leben der Binnengewässer", Leipzig 1899, S. 85 ff.). Dieses Absterben der Massen fällt aber in den Herbst, in eine Zeit also, wo die Teiche entweder abgelassen sind oder eben abgelassen werden. Dabei gestalten sich die Verluste um so größer, je später die Abfischung erfolgt, bzw. je gründlicher das Wasser dabei aufgerührt wird, oder je größer, namentlich auf bindigen Böden, der Neigungswinkel nach der Fischgrube hin ist. Die dann auftretenden Abschwemmungen können so große Substanzverluste bedingen, daß die durch die Pflanzendecke geschaffenen Vorteile (bessere Gare und Nitrifikation usw. [Wollny a. a. O., S. 99, Mitscherlich a. a. O., S. 287]) dadurch reichlich überkompensiert werden. — Das Eindringen der Pflanzenwurzel in den fest gelagerten Schlamm bedeutet eine gewaltige Arbeit, einen Verbrauch an Kräften, welche andererseits dem Wachstum zugute kommen würden, und wenn nach Ackerungen, ja, nach einem einfachen Durchfrieren des Untergrundes à la Dubisch vielfach über ein verstärktes Wuchern nicht nur der harten, groben, sondern auch der submersen Flora — besonders Elodea — geklagt wird, so stimmt das wieder zu dem vom Acker Bekannten vollständig.[1])

---

[1]) E. Wollny, „Unters. üb. d. Einfl. d. mech. Bearb. a. d. Fruchtb. d. Bod.", Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphysik, Bd. 18,

Ganz besonders deutlich sprechen dafür die praktischen Beobachtungen von Vibrans-Calvörde („Über die Ausnutzung der Düngemittel im kult. Acker", Jahrb. D. L.-G. 1900, S. 197 ff.), welche überall eine bedeutend höhere Ausnutzung der **Düngemittel** bei Kalk- bzw. Mistzufuhr ergeben, gleichzeitig aber auch zeigen, und das gilt für unsere submerse Flora ebenfalls, wie sehr die Ausnutzungskoëffizienten je nach der Boden- und Pflanzenart variieren (s. a. Jahrb. D. L.-G. 1903, S. 258):

			Durchschnittlich Kali	Durchschnittlich Phosphorsäure
Sandboden	ohne Kalk,	8jährig	58,7 %	62,0 %
„	mit „	6 „	115,0 „	96,8 „
„	ohne „	? „	39,0 „	27,8 „
„	mit „	? „	74,0 „	70,0 „
Kartoffeln	13 Ernten	. . . .	115,0 „[1]	81,0 „
Roggen	10 „	. . . .	54,0 „	27,0 „
Hafer	10 „	. . . .	100,0 „	54,0 „

Nach M. Hoffmann-Berlin, Arb. d. D. Landw.-Ges., 121, S. XXI, wurden auf „frischem" Sande bei einer reinen Salzdüngung im dreijährigen Turnus (Rüben, Roggen, Hafer) ausgenutzt:

	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure
1. Jahr	28 %	42 %	40 %
2. „	—	2 „	9,4 „
3. „	—	—	1,1 „
Nach einer Stallmistdüngung:			
1. Jahr	62 %	100 %	27 %
2. „	24 „	—	9,2 „
3. „	7 „	—	6,0 „
Während der dreijährigen Fruchtfolge	93 %	100 %	42,2 %

S. 64 ff., Bd. 20, S. 261 ff., A. Cieslar, „Unters. üb. d. Einfl. d. mech. Bodenbearb. a. d. Wachst. v. Fichtenpfl.", Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen, Wien 1893, Mitscherlich, „Bodenkunde", S. 140 ff.

[1]) Wenn in diesen Tabellen Zahlen über 100 verzeichnet sind, so bedeutet das, daß von dem im Boden vorhandenen Vorrat so und so viele Prozente aufgenommen wurden. Außerdem berechnete Vibrans die Ausnutzungskoëffizienten auf Grund der Stützerschen Durchschnittstabellen.

	Durchschnittlich Kali	Durchschnittlich Phosphorsäure
Lehmboden 10 gemischte Ernten ohne Kalk	89,5 %	57,0 %
„ 11 „ „ mit „	81,0 „	90,0 „

	Durchschnittlich Kali	Durchschnittlich Phosphorsäure	Durchschnittlich Stickstoff
Kartoffeln 2 Ernten	81 %	80 %	70 %
Rüben 4 „	130 „	42 „	96 „
Weizen 6 „	53 „	58 „	—
Gerste 2 „	80 „	163 „	110 „

Moorboden	Durchschnittlich Kali	Durchschnittlich Phosphorsäure
Hafer 23 Ernten	86,5 %	59,6 %
Gerste 3 „	84,0 „	46,0 „
Weizen 3 „	46,0 „	48,75 „
Sommerweizen 6 „	54,6 „	50.8 „
Rüben 9 „	183,0 „	55,0 „[1])

An Stickstoff wurden teilweise bedeutende Überschüsse durch Halmfrucht-Gemengebau (s. A. Küster, „Der Halm-Pahlfrucht-Gemengebau d. Ackerbausyst. d. Zukunft“, Neudamm 1899), teils durch Zwischenfruchtbau (s. Strebel, Arb. d. D. L.-G., Heft 36, S. 160 ff.) erzielt. Über die Ausnutzung des in Form von schwefelsaurem Ammoniak und Chilisalpeter verabreichten s. M. Hoffmann a. a. O.

Inwiefern gewisse Würmer (Tubifex usw.), Insektenlarven, Krustazeen usw. durch ihre Minierarbeit wie durch eine Humifizierung des Bodens die Pflanzenwurzel bei der vorher erwähnten Arbeit unterstützen, bedarf noch der näheren Klärung. Trotzdem

[1]) Nach Emmerling, „Agrikulturchem. Unters.“, Kiel 1895, S. 212 u. 213, schwanken dagegen die Ausnutzungskoëffizienten der in Salzsäure löslichen Nährstoffe auf ungedüngtem Boden bei Hafer für Phosphorsäure zwischen **0,7** und **2,3**, Kali **2,8—9,5**, Stickstoff **0,8—2,0**%; sie sind um so größer, je reicher an P_2O_5 usw. der Boden, je größer dessen Oberfläche, und je besser demgemäß die Verteilung der Substanz in ihm ist. (Über Kali s. Arb. d. D. L.-G., 34.) Nach M. Hoffmann a. a. O., S. XXI, betragen die Ausnutzungskoëffizienten auf ungedüngtem Boden für:

	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
Rüben im 1. Jahre	0,92 %	0,30 %	3,2 %
Roggen „ 2. „	0,30 „	0,30 „	1,70 „
Hafer „ 3. „	0,20 „	0,31 „	1,40 „
Während der dreijährigen Fruchtfolge	1,42 %	0,91 %	6,30 %

dürften die nachfolgenden Zahlen immerhin interessieren, zumal sie zu dem von der Tätigkeit der Regenwürmer Nachgewiesenen passen:[1])

Versuchs-gefäß No.					Trocken-substanz
I.	fest gelagerter, verschlämmter Boden	ohne Tiere:		Elodea	= 28 g
II.	„ „ „ „	„	„	„	= 24 g
III.	„ „ „ „	wenig	Tiere	„	= 38 g
IV.	„ „ „ „	viel	„	„	= 52 g
V.	„ „ „ „	sehr	„ „	„	= 66 g

Gute Existenzbedingungen befördern die Entwickelung, Wucherung aller Organismen ebensosehr, wie schlechte, ungünstige sie hintanhalten. Das sehen wir deutlich genug an den „Schmutzfinken", lehrt uns aber auch die aufmerksame Beobachtung eines gehörig gedüngten Teiches, Flusses oder Baches. Hier werden sich an den abgelagerten „Düngerstätten" stets recht ansehnliche Quantitäten von Verarbeitern vorfinden (S. 72), um dicht daneben gemäß der Abnahme der Nährstoffe mehr und mehr zu verschwinden und an mageren bzw. sauren Stellen ganz auszubleiben. So habe ich in unmittelbarer Nähe von Drahomischl Gelegenheit gehabt, vier untereinander liegende, von demselben weichen Wasser durchströmte Weiher zu verfolgen, von denen der oberste zum Tränken und Schwemmen des auf der mageren Hutweide sehr irrationell ernährten Viehes und Geflügels (Kalk- und Phosphorsäuremangel) dient:

No. I war frei von submersen Wasserpflanzen, zeitweilig von einer Kamhaut von Grünalgen überzogen und alsdann intensiv grün gefärbt, meist jedoch ohne letztere. In diesen Perioden wurde die überschüssige organische Substanz in der Seite 87 ff. geschilderten Weise einfach in die Luft verpufft, ein paarmal führte sie aber auch zur Gärung und Fäulnis.

Gehalt des Wassers { in maximo 279 mg org. Subst., 53,2 mg. N pro l,
„ minimo 89 „ „ „ 1,8 „ N „ l,

Planktonkomponenten { in maximo 420 g pro m³, davon 140 g pflanzlich (feucht),
in minimo 156 g pro m³, davon 42 g pflanzlich (feucht),

[1]) V. Hensen, „Über die Fruchtbarkeit des Erdbodens in ihrer Abhängigkeit von den Leistung. d. i. d. Erdrinde leb. Würmer", Landw. Jahrb., B. 11, S. 661, E. Wollny, Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphysik, Bd. 13, S. 381 ff., Méhmed Djemil, „Unters. üb. d. Einfl. d. Regenwürmer auf die Entwick. d. Pflanzen", Inaug.-Diss., Halle 1896, Mitscherlich a. a. O., S. 138/139.

Ufer- und Grundfauna wenig zahlreich, ziemlich gleichmäßig, ca. 120 g pro m² feucht, insbesondere fehlen — auch im Plankton — Fliegen- und Mückenlarven fast vollständig während der ganzen Saison. — Grundalgen in den Perioden der Abnahme resp. des Verschwindens von Euglena usw., meist stark entwickelt, besorgen die Durchlüftung der sehr flachen Wassersäule und tragen dadurch erheblich zur Wegschaffung der Überschüsse an organischer Substanz bei. Schlammschicht trotz des voluminösen Graskotes nur gering, vorwiegend Rohfaser. Mitunter starke Sumpfgasgärung.

No. II. Kein Ein- oder Auftrieb von Vieh. Der Gehalt des Wassers an gelöster organischer Substanz ungleich niedriger als in I (in maximo 171,8. in minimo 54,2 mg pro l). An den Rändern Lemna minor, im Wasser selbst Potamogeton, Polygonum und Ranunculus. Der Schlamm stellenweise von einer dicken Schicht organischen Mulms überlagert, in derselben ein reiches tierisches Leben, auch Fliegen- und Mückenlarven.

Planktonkomponenten { in maximo 350 g, davon 120 g pflanzlich pro m³ (feucht), in minimo 104, davon 70 g pflanzlich pro m³ (feucht),

Ufer- und Grundpflanzen (sehr ungleich verteilt) etwa 320 g pro m² (feucht),

Ufer- und Grundfauna (sehr ungleich verteilt) etwa 200 g pro m².

No. III enthält nur noch wenig gelöste Stoffe, und auch die bloß noch Regengüssen (pro 1000 ccm in maximo 98,7, in minimo 24,9 mg). Dagegen ist der Schlamm relativ fett (18.4⁰/₀ Glühverlust) und dicht mit Potamogeton, Polygonum und Glyceria fluitans, das Ufer mit Rohr und Mannagras bewuchert.[1]) Die zeitweise durch viele Mückenlarven verstärkten Planktonten treten zugunsten der Grundflora und -fauna zurück.

---

[1]) Wenn in den jüngsten Verhandl. d. Ver. Deutsch. Teichw., Fisch. Ztg., IX, No. 39, von Hoyer-Kauppa, Roessing, Ebert, v. Zehmen betont wird, daß die Düngung mit Kloake, Peruguano in verschilften Teichen nicht angebracht sei, weil dadurch einzig die Wucherung der groben Flora begünstigt würde, so zeigt das eben, auf welcher „Höhe" sich trotz aller Versuche eines Šusta u. a. unsere Teichwirtschaft noch immer befindet. Einen Queckenschlag zu düngen, wird wahrscheinlich keinem Landwirte einfallen, der sucht vor allen Dingen erst das Unkraut zu vernichten (s. a. Knauthe, „Die Karpfenzucht", S. 150, 151). Die bezüglichen Ausführungen von Wernecke, Fisch.-Ztg, VII, 47, S. 743, 744, wollen mir nicht recht einleuchten.

Planktonkomponenten { in maximo 240 g, darunter 150 bis 180 g pflanzlich pro m^3 (feucht), in minimo 70 g, darunter 40 bis 50 g pflanzlich pro m^3 (feucht),

Uferflora (Rohr usw.) $1\frac{1}{2}$ bis 3 kg, Grundflora 800 bis 1600 g pro m^2 (feucht), Ufer- und Grundfauna etwa 250 g pro m^2 (feucht).

No. IV endlich liefert Höchsterträge an Teichstreu.

Aus den im voraufstehenden enthaltenen Betrachtungen ersehen wir sowohl den Einfluß der im Wasser gelöst vorhandenen, wie auch der im Schlamme lagernden Nährstoffmengen auf das Wachstum der tierischen und pflanzlichen Organismen ganz einwandfrei, erfahren wir gleichzeitig aber auch, daß — im Gegensatz zum flüssigen Elemente — bei dem Boden neben der chemischen Zusammensetzung und den durch gewisse biologische Vorgänge bedingten Veränderungen in derselben die physikalischen ein gewichtiges, ja ausschlaggebendes Wort mitreden. Jahrzehntelang sind in der Landwirtschaft diese physikalischen Momente zugunsten der chemischen ebenso stark vernachlässigt worden, wie man jetzt beide den bakteriologischen hintanzusetzen beliebt; um so mehr verdienen die planmäßigen Arbeiten von Wollny[1]) u. a., ganz besonders aber von A. Mitscherlich, unsere volle Anerkennung, und jedem, der seinen Teichgrund wirklich rationell bearbeiten und die in demselben enthaltenen Nährstoffquellen aufschließen will, sei namentlich die von dem letzteren herausgegebene „Bodenkunde für den Land- und Forstwirt“, Berlin 1905, Paul Parey, wärmstens empfohlen. Was die Bodenbearbeitung macht, dafür noch ein recht eklatantes Beispiel! Es handelt sich um ähnliche Pfützen, wie sie Seite 292 beschrieben wurden, deren Untergrund ein humoser Sand bildete: A blieb unbearbeitet, B wurde vier Wochen vor der Bespannung umgegraben, geharkt usw., C ebenso; bei letzterem wurde aber der Untergrund während der Bespannung öfters „gelüftet“, d. h. mit einer Gabel bewegt:

	Organismen (feucht) Wasser pro m^3	Schlamm pro m^2	
A lieferte durchschn.	184 g	240 g	Gew. d. Fische 15. Juli 280 g
B „ „	240 g	319 g	„ d. „ 15. „ 360 g
C „ „	310 g	356 g	„ d. „ 15. „ 430 g

1) „Neuere Forsch. a. d. Geb. d. physikal. Vorgänge i. Boden“, Arb. d. D. L.-G., Heft 36, S. 57 ff., Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys.

bei gleich großem und gleichmäßig vorgestrecktem Besatz.[1])

Aus allen diesen Momenten folgt, daß uns, gleichwie im Acker, so auch im Wasser, die chemische Analyse recht oft gründlich im Stich lassen wird. Kein Wunder! zeigt doch die nachfolgende Tabelle von Emmerling[2]) über die Untersuchung von Mittelproben, welche von einem in rechteckige Streifen von 40 Schritt Breite eingeteilten Felde in jedem einzelnen Streifen gewonnen waren, recht gewaltige Schwankungen:

Parallel-streifen No.	Anzahl der Einzelproben	Gehalt des Bodens in 100000 Teilen Feinerde (<2 mm) an: Stickstoff	Phosphorsäure	Kalk	Kali	Bemerkungen
1	8	166,7	84,4	101,2	39,8	Es ergibt sich aus den anstehenden Zahlen, daß die Schwankungen im Gehalt der Mischproben an Pflanzennährstoffen außerordentlich groß sind. — Würden wir einem derartigen Boden pro ha etwa 100 kg Stickstoff, 130 kg Kali und 50 kg Phosphorsäure, wie dies den Gesetzen der Statik[3]) für eine Fruchtfolge: 1. Kartoffeln, 2. Roggen, 3. Hafer, entsprechen würde, zuführen, so würden das bei einer Bodenmasse von 4500000 kg pro ha auf 100000 Teile ca. 2 Teile N, 3 Teile K_2O und 1 Teil P_2O_5 sein; das sind Größen, welche vielleicht, abgesehen vom Kali, innerhalb der Fehler der Probenahme liegen[4]).
2	9	169,9	75,9	91,5	41,6	
3	6	161,7	63,5	87,9	37,2	
4	7	178,6	56,6	88,3	38,4	
5	7	180,2	49,3	88,7	37,2	
6	10	178,7	42,3	96,5	34,3	
Im Mittel . .		172,7	62,0	92,4	38,1	
Wahrscheinl. Schwankung ± . .		6,0	11,7	4,0	1,7	
Desgl. in % d. gemess. Größe ± . .		3,5	18,8	4,3	4,5	

[1]) Auf die Wichtigkeit des Vorgestrecktseins, also des vorherigen guten Wachstums, auch der Brut und Einsömmerigen, habe ich im Gegensatz zu J. Šusta, V. Burda, Hoffbauer u. a. auf Grund meiner Sammenthiner Versuche, in Übereinstimmung mit A. Gasch u. a., hingewiesen. Jetzt bestätigen dieses Faktum Cronheim u. Giesecke bzw. Zuntz nach den Ergebnissen in Hellendorf ebenfalls. Wenn Wernecke, ohne das zu bestreiten, auf die Unmöglichkeit der praktischen Ausführung hinweist, so betone ich demgegenüber, daß wir durchweg viel zu viel minderwertiges Zeug mit durchfüttern, und daß bei dem permanenten Wandern der Brut à la Morcinek die Bestände sich ausgezeichnet mustern lassen. Je jünger der Fisch, desto weniger kostet er uns.

[2]) „Agrikulturchem. Untersuchung." Eine Festschrift, Kiel 1895.

[3]) A. Mitscherlich, „Die Schwankungen der landw. Reinerträge", Ztschr. f. d. ges. Staatswissensch., VIII, Erghft., S. 69.

[4]) Th. Pfeiffer, „Stickstoffs. Bakt., Brache und Raubbau", Berlin 1904, S. 27, A. Mitscherlich, „Bodenkunde", S. 307.

Ganz abgesehen von extremen Fällen[1]) und von dem Nachweise direkt schädlicher Substanzen, liefern eigentlich einzig die Kalkbestimmung und beim Kali die Schlämmethode einigermaßen sichere Resultate, letztere insofern, als Böden mit über $7^1/_2$ % abschlämmbaren Bestandteilen im allgemeinen kein großes Kalibedürfnis zeigen,[2]) alle anderen sind mehr als zweifelhaft und, wenn man in jüngster Zeit versucht hat, durch Anwendung eines den Sekreten der Pflanzenwurzel ähnlichen Gemisches die wirksamen Teile der Substrate zu ermitteln, so möchte ich — selbst wenn diese Methode auf alle Böden anwendbar wäre — doch folgende treffenden Äußerungen von Mitscherlich der eingehendsten Erwägung anheimgeben: „Wir kommen zu dem Resultate, daß keine Salzsäure von irgend welcher Konzentration, keine Zitronen-, Essigsäure usw. uns genau diejenigen Mengen Nährstoffe aus dem Boden aufzulösen vermag, welche die Pflanze aus demselben aufnehmen kann. Würden wir selbst eine Säure herstellen, welche genau derjenigen entspricht, mit welcher sich die Pflanze die Nährstoffe aufzulösen vermag, so würde hier unser Säureextrakt doch viel zu viel Nährstoffe enthalten, denn die Säurelösung berührt die ganze Bodenoberfläche, die Pflanzenwurzel vermag dagegen stets nur einen sehr geringen Bruchteil derselben zu berühren. Dazu kommt ferner, wie gesagt, daß

---

[1]) J. Becker, „Leitfaden der Düngerlehre“, Bautzen 1901, S. 14/15. So ist nach B. Schulze-Breslau ein schlesischer Durchschnittsboden dann als arm anzusprechen, wenn er 0,1 % N, 0,1 % P_2O_5, 0,08 % K_2O, 0,25 % CaO enthält (Jahrb. d. D. L.-G., 1899, S. 51), Mitscherlich, S 253 ff. (genaue Literaturangaben!). Interessant sind die folgenden von M. Hoffmann, Arb. d. D. Landw.-Ges., H. 121, S. VI, wiedergegebenen Befunde an Gesamtphosphorsäure im Salzsäureauszug aus drei exakt gezogenen Proben einer 0,2 ha großen Fläche, weil sie zeigen, wie verschiedenartig ein sonst gleichmäßig erscheinendes Feld schon in chemischer, geschweige denn in physikalischer und biologischer Beziehung sich verhalten kann:

in der Ackerkrume .	a) 0,000 %,	b) 0,003 %,	c) Spuren,
im Untergrund . .	a) 0,003 „	b) 0,000 „	c) 0,003 %,

trotzdem wurden bis **65500 kg Steckrüben** = zirka **50 kg P_2O_5** (pro Hektar) in maximo von der betreffenden ungedüngten Parzelle geerntet.

[2]) M. Märcker, „Die Bestimmung des Düngebedürfnisses des Bodens durch die chemische Analyse und den Vegetationsversuch“, Jahrb. d. D. L.-G. 1899 (Bd. 14), S. 187 ff.

die verschiedenen Pflanzen eine verschieden große Fähigkeit zu haben scheinen, sich die im Boden befindlichen Nährstoffe mit ihren Wurzeln aufzuschließen (s. J. Koenig. „Bestimmung der Fruchtbarkeit und des Nährstoffbedürfnisses des Ackerbodens", Landw. Vers.-St., Bd. LXI, S. 391), so daß man für jede Pflanze zur Extraktion des Bodens noch eine Säure von anderer, dieser entsprechender Konzentration nehmen müßte."[1])

Gelten diese Ausführungen von der Ackerkrume, so dürfen wir sie um so eher auch auf den Schlamm übertragen, weil wir es bei ihm ja nicht bloß mit den mehr oder minder starken, im großen ganzen aber gleichartigen pflanzlichen, sondern mit animalischen und vegetabilischen Fermenten zu tun haben. Es sei hier daran erinnert, daß nach den schon wiederholt erwähnten Versuchen von Biedermann und Moritz die Schnecken eine zelluloseverdauende Flüssigkeit in ihrem Verdauungstraktus absondern; daß dasselbe wohl auch die als Zerstörer der Netze den Fischern so verhaßten Pryganidenlarven tun.[2]) Andere wieder haben Pepsin und Salzsäure, dritte Trypsin und Alkali (s. Kap. III, I C). Wie aber sollen wir diese Verhältnisse nur annähernd naturgetreu im künstlichen Versuch nachahmen? Da bleibt uns weiter nichts übrig, als zu dem auch in der Landwirtschaft viel geübten Kulturversuch im Topfe zu greifen und denselben durch gleichzeitige Experimente im Becherglas in der Seite 285 geschilderten Weise zu kontrollieren. — Wie leicht eine Orientierung über die einschlägigen Verhältnisse an der Hand von Topfversuchen ist, zeigt die nachstehende Figur 62. Zu ihrer Erläuterung möge folgendes dienen:

S. I bis IV stellen Kulturen von Hafer bzw. der raschwüchsigen Erbse „First crop" in einem einer ganz sauren Teichstelle entnommenen, C. T. V von Hafer in aus demselben Weiher stammendem, gutem Teichboden und E. T. VI in Schlamm aus einem mit Erlen umsäumten und an den Rändern mit Hopfenklee bewucherten flachen und sehr produktiven Tümpel dar. S. I und S. III enthalten den Boden roh, S. II und S. IV etwas bearbeitet und mit guter, alter Kultur- bzw. Leguminosenerde geimpft. — Schon unmittelbar nach dem Auflaufen der Saat waren die hier kraß hervortretenden

[1]) „Bodenkunde", S. 253, M. Hoffmann a. a. O., S. V.
[2]) Pflügers Arch. f. d. ges. Physiolog. 1898, Bd. 73.

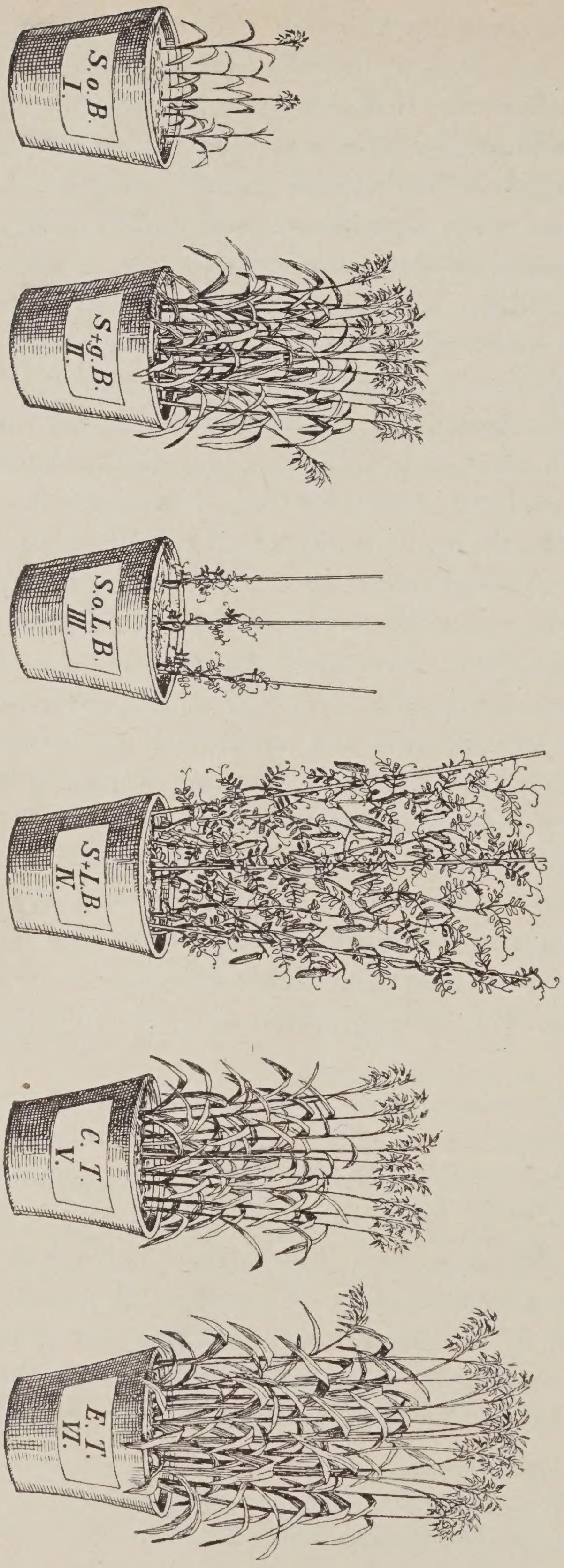


Fig. 62. Kulturversuch mit Hafer und Erbsen in verschiedenen Schlammarten.

Unterschiede bemerkbar, von Woche zu Woche wurden sie deutlicher.

Während Kulturversuche im Becherglase mit C. T. V und E. T. VI eine sehr üppige Entwickelung von bester Fauna und Flora zeitigten, ergab der rohe Boden S. I anfangs einzig ein Gedeihen von Eisenbakterien (Cladothrix, Crenothrix), sowie einigen stahlblauen Algen, sehr spät erst stellten sich vereinzelte Diatomeen und Grünalgen, endlich Bosminen und Daphnien in ausgesprochenen Kümmerformen ein. Bemerkenswert ist jedenfalls auch der Umstand, daß den Proben S. bei der Entnahme die in C. T. V und E. T. VI reichlich vorhandenen Schnecken, Muscheln, Würmer, Insektenlarven usw. vollständig fehlten, das untrüglichste Zeichen für ihre saure Beschaffenheit. —

Trotzdem, wie gesagt, unser analytisches Können bezüglich des Bodens auf recht schwachen Füßen steht und uns namentlich bezüglich des

Düngerbedürfnisses meist gehörig im Stich läßt, dürfte es häufiger vorkommen, daß eine nähere Kenntnis der chemischen Bestandteile des Bodens erwünscht ist, sei es, daß wir neue Flächen unter Wasser setzen, sei es, daß wir einen alten, verschlammten Teichgrund umrigolen oder, nach dem Vorgange von J. Šusta,[1]) den dick im Kessel lagernden humosen Schlamm an die durch Wellenschlag usw. unproduktiv gemachten Ränder bringen lassen wollen. Ganz besonders wichtig ist die Vornahme von derartigen Bodenuntersuchungen indessen für die Seenwirtschaft.

Wie A. Orth in meinem Buche „Die Karpfenzucht" (J. Neumann, Neudamm, S. 196, 197) bereits ausdrücklich betont hat, lagern in unseren Seen und den an ihre Stelle getretenen Teichen vielfach — in der norddeutschen Tiefebene sogar fast ausnahmslos — unter einer mehr oder minder mächtigen Schlammschicht gewaltige Flötze von hochprozentigem, oft auch stark phosphorsäurehaltigem Wiesenkalk.[2]) Nachweislich bis in die neueste Zeit noch haben diese Substanzen mit dem Wasser in direktem Austausch gestanden und infolge ihrer mannigfachen günstigen Einwirkungen auf Flora und Fauna die Erträge ganz erheblich beeinflußt. Erst nach der Abholzung der Hügel und Berge[3]) und, nachdem die Waldstreunutzung in vielen Gauen zum reinen Raubsystem ausgeartet war,[4]) wurden zunächst (neben Sand und Geröll) überreichliche Mengen von bester humoser Substanz in die Becken geschwemmt. Waren an einem derartigen Gewässer nun viele Fischer tätig, die in scharfer Konkurrenz den Untergrund mit ihren Netzen „pflügten", so wurde das Gros dieser humosen

---

[1]) „Die Ernährung des Karpfens und sein. Teichgen.", 2. Aufl., Stettin 1906, S. 120 ff.

[2]) s. u. a. den interessanten, eingehenden Vortrag von H. Gruner, „Die kalkarmen Bodenarten, Aufsuchung und Nutzbarmachung von Kalk und Mergellagern", Arb. d. D. L.-G., Heft 36, S. 44 ff. Über die Entstehung derselben s. S. 43, 48 u. a. m.

[3]) Joesting, „Der Wald, seine Bedeutung, Verwüstung und Wiederbegründung", 2. Aufl., Berlin 1898.

[4]) Über die „Waldstreufrage", Mitt. d. D. L.-G. 1904, St. 4, 16, 23, E. Ramann, „Bodenkunde", 2. Aufl., Berlin 1905, S. 347, Wollny, „Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys.", Bd. 13, S. 175, Becker, „Leitfaden der Düngerlehre", Bautzen 1901, S. 38, Mitscherlich a. a. O., S. 210, 287—290, u. a. m. (s. S. 244, Fußnote 1).

Massen recht gut ausgenutzt und demgemäß die Produktivität des Wassers namentlich dort gesteigert, wo Fabriken fehlten und die Schwemmwässer die zur Verarbeitung des Humus nötigen Bakterien und Fermente sich von Ödländereien, Wiesen und Brüchen jederzeit en masse holen konnten.[1]) Anders dort, wo die Mit- und Nebenberechtigten abgelöst waren und eine Hand alles regierte! Hier sedimentierte, versauerte und vertorfte aus naheliegenden Gründen das meiste. So ging nicht allein eine Menge wertvoller Nährstoffe verloren, sondern wurde auch durch die Torfschicht die Kommunikation zwischen dem immer ärmer werdenden Wasser und den fetten Kalkflötzen verhindert. Gar bald war natürlich die gute Humuskrume von Berg oder Hügel hinuntergespült und folgten — je nachdem — große Mengen von sterilem Sand und Geröll, vornehmlich natürlich dort, wo die Wässer in den von Dämmen eingeengten, gerade gelegten Betten so gut wie nichts mehr zu sedimentieren vermochten. Auf diese Weise treffen wir denn im Norden wie Süden zurzeit zahlreiche Gewässer als vollkommen unproduktiv an, die in ihrer Sohle wahre Schätze bergen, und deren Erträge infolge davon innerhalb eines Menschenalters um 50 und mehr Prozente abgesunken sind. Außerdem wollen wir auch die zerstörende Tätigkeit der Wellen nicht vergessen, welche — gleichwie in gewissen tiefen, „alternden" Teichen,[2]) so ganz besonders in Seen[3]) — die Uferschicht nach der Mitte, dem unproduktiven Kessel, hinspülen und so wesentlich zum Absinken der Erträge beitragen. Hier kann das so oft von mir verdammte Gelege in seiner Eigenschaft als Wellenbrecher und Verankerer der Nährstoffe geradezu Wunder wirken. In gleicher Weise wird, wie Zuntz, Mitt. d. Brand. Fisch.-Ver. 1906, Heft 3/4, S. 56, treffend bemerkt, in heißen Jahren die Luftflora dadurch, daß sie die Temperatur mildert, uns namentlich in Futterteichen schätzbare Dienste leisten. Der Karpfen, der in Südchina, den Südstaaten der Union, auf den Reisfeldern Italiens bei Wärmegraden

---

[1]) Diese Verhältnisse illustriert deutlich der Vortrag von Répássy-Budapest, „Verh. V. Int. Fisch.-Kongr.", Wien 1905, ebenda 1906, S. 99, dessen wesentlichste Momente in den Vorbemerkungen zu Kap. III wiedergegeben sind.

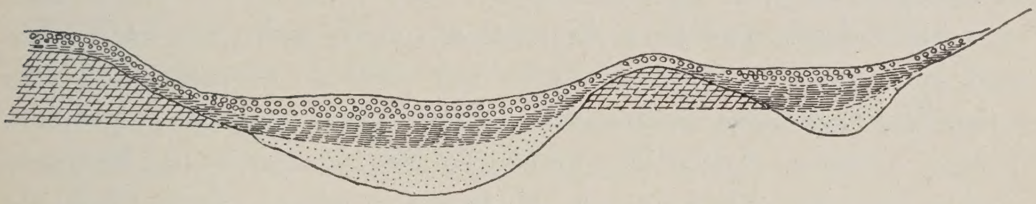
[2]) J. Šusta, „Die Ernährung des Karpfens usw.", 2. Aufl., Stettin 1906, S. 120 ff.

[3]) P. Schiemenz, Fisch.-Ztg. 1906, No. 34.

über 30 sich erst recht wohl fühlt und alsdann erstaunliche Fleischmengen ansetzt (s. Nicklas a. a. O., 255), verliert in unseren Breiten bei etwa 25 bis 27° C schon den Appetit. Dasselbe gilt von den anderen heimischen Weißfischarten in verstärktem Maße.[1])

Das Profil eines derartigen Beckens veranschaulicht die nachstehende Skizze 63.

Das Wasser enthält in 100 000 Teilen = 0,28 g organische Substanz, 0,02 g N, 0,05 g CaO, P_2O_5 = Spuren (?), MgO = Spuren, K_2O = Spuren (?), Fe = 3,36 g. Dieser Armut entspricht die



Geröllschicht (Sand).

Vertorfter Humus.

Lehm.

Wiesenkalk.

Fig. 63.
Profil eines Seeuntergrundes.

Zusammensetzung der aufliegenden, 5 bis 20 cm dicken Sand- und Geröllschicht, denn diese enthält außer Eisen so gut wie keine Mineralstoffe, verdeckt dafür aber eine bereits vertorfte, etwa 3 bis 15 cm starke Schicht von humosem Sand (49 % organische Substanz, 2,2 % N). Unter dieser Humusschicht lagern endlich teils Flötze des allerbesten, mit Vivianit vermengten Wiesenkalkes (55 % CaO, 1,2 % P_2O_5, 1 % N), teils gute, kalireiche Lehm- und Lettenadern (6,32 % organische Substanz, 0,9 bis 1,2 % N, 2,30 % K_2O, 4,8 % CaO, 0,3 % P_2O_5).

Die Erträge dieses Sees waren von 1850 bis 1876 ziemlich konstant 50 Pfd. pro Hektar; 1875 wurden die Hügel im Quellgebiet abgeholzt und nicht wieder bepflanzt, außerdem die Bäche reguliert: 1876 bis 1882 durchschnittlich 60 Pfd. pro Hektar, von 1882 bis 1890 wieder 45 bis 50 Pfd., dann folgte Ablösung der Mitberechtigten, 1890 bis 1900: 45 bis 30 bis 25 bis **18** Pfd., 1901 wurden die Mergellager angebohrt = 35, 1902 = 45, 1903 = 50 und 1904 = **64,3** Pfd.!

---

[1]) Vergl. Davenport u. Castle, „On the acclim. of organ. to high temperat.", Arch. f. Entwickelungsmechan. d. Organ. 1895, II, H. 2, Frenzel, „Tempmax. u. Binnenf.", Ztschr. f. Fisch. 1895.

Als „Leitorganismen“ für solche Mergellager in Seen gelten außer den Muscheln, deren Schalenbildung bzw. -stärke ein gutes Kriterium abgeben, die Characeen, Elodea[1]) u. a. m. Man horche auch die berühmten „ältesten“ Leute aus. Gerade weil sich die Verhältnisse in zahlreichen Becken im Verlauf eines Menschenalters umgekehrt haben, erhält man auf diese Weise oft recht wertvolle Aufschlüsse. So müssen insbesondere Angaben über eine bedeutend höhere Produktivität und über ein besonders schmuckes Aussehen der Fische[2]) in früheren Zeiten entschieden beachtet werden.

Als Leitpflanzen beim Aufsuchen von Mergellagern im Boden gibt H. Gruner[3]) folgende Arten an: Adonis vernalis, Anemone pulsatilla, Lepidium campestre, Arabis petraea, Alyssum calycinum, Thlaspi arvense, Helianthemum chamaecistus, oelandicum, Polygala amara, calcarea, Alsine verna, Medicago minima, sativa, lupulina, Onobrychis sativa, Trifolium pratense, rubens, Bupleurum falcatum, rotundifolium, Asperula arvensis, glauca, odorata, Valerianella auricula, Carlina acaulis, Centaurea scabiosa, Aster amellus, Tussilago farfara, Gentiana ciliata, germanica, Stachys germanica, Epipactis rubigenosa, Orchis purpurea, Cotoneaster integerrima, Poterium sanguisorba, Knautia arvensis, Rosa canina, Crataegus, Sorbus aria, terminalis usw.[4])

Ferner sind nach demselben Autor für die Aufsuchung des Mergels im Untergrunde die sporadisch auftretenden, stark eisenschüssigen Lehmflächen an Gehängen, auf Hügelrücken, zuweilen auch in der Ebene, ins Auge zu fassen, ebenso die lehmigen Sande mit eisenschüssigem, festem Lehmuntergrund. — Untersuchung der Sickerwässer, sowohl biologisch wie chemisch u. a. m. Man bedenke dabei jedoch, daß infolge der im See(Wiesen-)kalk stets in größeren Mengen lagernden schädlichen Eisenverbindungen derselbe einzig dann sich wirksam erweisen wird, wenn er vorher mit der „Luft“, d. h. genügenden Mengen von Sauerstoff, in Berührung gebracht wurde. Die Landwirte führen ihn infolge

---

[1]) A. Seligo, Ztschr. f. Fisch., III, 6, S. 254 (s. a. S. 46).

[2]) W. Šusta, „Österr. Fisch.-Ztg.“, II, No. 22.

[3]) a. a. O., S. 47.

[4]) Dafert, „Kleines Handbuch der Bodenkunde“, Neudamm 1885, S. 243/246, A. Mitscherlich, „Bodenkunde“, S. 344 (vollständige Literaturangabe! s. a. Kap. IV, „Leitpflanzen“).

davon zeitig aus und in Schanzen; hier wird er öfters umgearbeitet und im Winter in den über den ganzen Schlag verteilten kleinen Häufchen den Wirkungen des Frostes ausgesetzt. Im See erreichen wir dasselbe durch ein häufiges Umrühren, wobei mit einem Male die ganze Säule gleichmäßig gedüngt wird. Wie wichtig beides ist, mögen folgende Befunde illustrieren: Im Kulturversuch mit sterilem Sand und rohem, stark eisenschüssigem Mergel zeigte sich, wie im Becherglase, gar keine Vegetation. Dieselbe stellte sich indessen sehr bald ein, wenn der Wiesenkalk in der geschilderten Weise vorher bearbeitet war, oder der Inhalt der Gefäße wiederholt umgerührt wurde. Ferner fand Ramann[1]) beispielsweise im „Plager See“ der Oberförsterei Chorin, je nachdem das Wasser über verschiedenen Schichten stand, folgende interessante Daten (in 100 000 Teilen Wasser):

	Flachmoor	Hochmoor		Wollgrasmoor	Schilf
		Mitte	Grenze		
Kali	0,217	0,220	0,292	0,254	0,446
Kalk	2,667	0,134	0,785	1,928	3,081
Magnesia	0,353	0,152	0,429	0,407	0,612
Phosphorsäure . .	0,011	0,064	0,168	0,164	0,029
Schwefelsäure . .	0,916	0,536	0,463	0,585	0,979
Organische Stoffe	0,95	0,55	1,60	1,20	0,76

Wie ungemein die Produktivität eines Gewässers durch die Intensität des Fischens beeinflußt wird, hat A. Hübner an verschiedenen Stellen seiner gesammelten Schriften an der Hand von statistischen Daten nachgewiesen.[2]) Kein Wunder! Sinken doch die Erträge sogar im Dorfteich sofort, wenn aus irgend einem Grunde der Eintrieb von Großvieh unterbleibt. Der Kot des Wassergeflügels lagert alsdann in dicker Schicht am Boden, vornehmlich im „Kessel“ (s. a. die Bemerkungen von E. Mahnkopf über den Wert des Großviehes für die Schar der Seen,[3]) die Ad. Gasch für die Weiherwirtschaft bestätigte)[4]) und

[1]) „Organogene Ablagerungen der Jetztzeit“, N. Jahrb. f. Mineral., X, Beil.-Bd., Stuttgart 1895/1896.

[2]) „Die Fischwirtschaft“, Bautzen 1905, S. 104 u. a.

[3]) Deutsche Fischerei-Zeitung, Stettin 1896, No. 26.

[4]) „Beiträge zur Teichwirtschaft“, 2. Aufl., Stettin 1896, S. 12.

versauert bzw. vertorft dort ebenfalls, wenn nicht Abhilfe geschaffen wird.

Diese Verhältnisse scheinen bereits die ältesten Fischzüchter, die Ägypter und Assyrer, gekannt zu haben, die ja durchgängig Geflügel auf ihren Teichen hielten, wenigstens erinnere ich mich, irgendwo im Reiche der Pharaonen oder im Lande Salmun-Assurs einen von Heloten gezogenen Wasserpflug abgebildet gesehen zu haben. Figur 64 stellt ein derartiges Gerät vor, wie es heutigestags noch vielfach in China im Gebrauch ist.

Über die dieser Maßregel zugrunde liegende Idee und die Wirkungen derselben äußerte sich ein alter Fischer in Shanghai

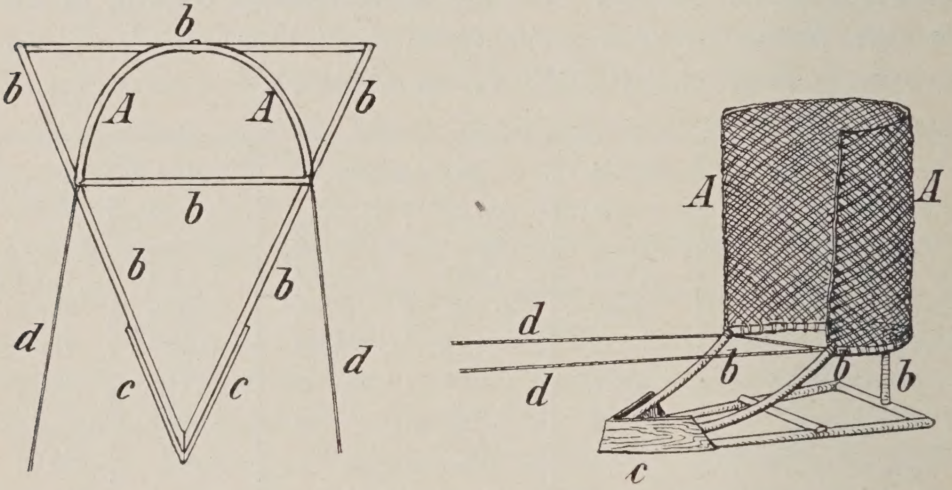


Fig. 64. **Chinesischer Wasserpflug.**
(Die Bambusstäbe b und die Matte A dienen zum Auffangen der als Dünger geschätzten Wasserpflanzen, c eiserne Schar.)

mir gegenüber wie folgt: „Gewiß pflügen die Chinesen hier und dort den Fluß, um ihn für die Dschunken passierbar zu machen. Aber du weißt ja, daß gerade wir hier im Osten viel Fische und Wassertiere essen. Nun birgt das Wasser des Ho-ang-ho, Yantsee-kiang und wie die Flüsse alle heißen, der Seen und Tümpel noch immer nicht genug Fische, weil die Zahl der Mäuler bei uns von Tage zu Tage sich mehrt, und da haben es halt die Alten genau so gemacht wie im Felde, d. h. sie pflügten den Boden jedes Jahr ein paarmal, in der Voraussetzung, dadurch höhere Erträge zu erzielen. Und in der Tat, die Fische werden dick und fett dabei; es wachsen ihrer auch viel mehr. Und gar erst die Schnecken und Muscheln, so fett wie Seidenraupen! Wir Jungen machen's unseren Vätern nach und freuen uns, wenn wir viel

Wasserpflanzen dabei mit ergattern, denn sie sind der beste Dünger für Feld und Garten.“ [1])

Wie kommt nun dieser wichtige Prozeß des Vertorfens, dem in früherer oder späterer Zeit, gleich so vielen bereits zugewachsenen Becken, das Gros unserer Seen zum Opfer fallen wird, zustande? [2]) „Während bei ausreichendem Zutritt des Sauerstoffs die organischen Stoffe sich unter Zurücklassung der Mineralstoffe größtenteils verflüchtigen, entsteht bei der Fäulnis, wie der bei gehindertem Luftzutritt stattfindende Prozeß genannt wird, eine ungleich geringere Menge gasförmiger Stoffe, welche, je nach den äußeren Verhältnissen, vornehmlich durch Kohlensäure, Sumpfgas, Stickoxydul, Wasserstoff und freien Stickstoff dargestellt sind, während die organische Substanz zum großen Teil in Form einer mehr oder weniger dunkel gefärbten, der Zersetzung weiterhin in hohem Grade widerstehenden Masse sich anhäuft, welche neben eigentümlichen, stickstofffreien, verschiedene stickstoffhaltige Verbindungen (Leucin, Tyrosin, Indol, Skatol, primäre Amine, Amidosäuren usw.), sowie Ammoniak, unter Umständen Nitrite, ferner flüchtige Fettsäuren enthält und die Mineralstoffe größtenteils in einer nicht zugänglichen Form einschließt. Die Fäulnis der organischen Substanzen stellt mithin einen Prozeß dar, bei welchem nur wenige durch die Pflanzen verwertbare Stoffe entstehen, die Hauptmenge der Masse dagegen in einem unzugänglichen Zustande verharrt.“ (E. Wollny a. a. O., S. 72.) Inwiefern der in einigen von den submersen und vielen von den Luftpflanzen unserer Gewässer als Schutzmittel gegen Tierfraß abgelagerte, auch für viele Bakterien giftige, oxalsaure[3]) Kalk den Prozeß des Vertorfens unterstützt, muß näher untersucht werden.

Die einzelnen Phasen dieses ungemein wichtigen Prozesses können wir so recht deutlich im Acker- und Wiesengelände und über den Wald weg bis nach den stagnierenden Moor- und Torf-

---

[1]) Korrespondenzbl. f. Fischzüchter, Bautzen 1905, No. 20.

[2]) M. von zur Mühlen, „Das Werden und Vergehen unserer Landseen“, Allg. Fisch.-Ztg. 1906, No. 7.

[3]) E. Stahl, „Pflanz. u. Schnecken“, Jen. Ztschr. f. Natw. u. Med., Bd. XXII, n. F., XV, 1888, F. Ludwig in O. Zacharias, „Tier- u. Pflanzenw. d. Süßwass.“, Leipzig 1891, I. T., S. 105 ff. Nach Löw, Münch. med. Wochenschr. 1892, No. 32, S. 570 ff., ist für die einfacher organis. Pilze und Algen die Oxalsäure weniger schädlich.

pfützen verfolgen. Im gut gelockerten, gekalkten Sandboden verspecken der Mist oder die Gründüngung nur selten, zerfallen beide vielmehr, besonders bei günstigen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen,[1]) sehr rasch unter Bildung von Wasser, Kohlensäure, Ammoniak, Nitraten usw. bei einer entweder neutralen oder alkalischen Reaktion.[2]) Leichter schon verspecken die organischen Massen im bindigen Lehm-, noch leichter im Letten-(Ton-)Boden, von dem eine besonders schwere, undurchlässige Sorte deshalb den Namen „Specklette“ in Praktikerkreisen führt. Es folgen dann, entstanden unter beschränktem Luftzutritt und niedriger Temperatur, höherer Feuchtigkeit oder Trockenheit, die alle schon eine saure Reaktion besitzenden und dem Torf recht nahe stehenden Rohhumusarten: Steppen-, Heide-, Wald- und Wiesenrohhumus,[3]) und schließlich bildet sich unter vollständigem Luftabschluß (Sauerstoffmangel) der Torf selbst. Ganz analog ist im bearbeiteten Ackerlande die Zahl der Bakterienkeime am allergrößten (nach Untersuchungen von P. Fülles bis zu 6000000 pro ccm Boden), und es sind die Spaltpilze im höheren Maße vertreten als die Schimmelpilze. In unbearbeiteten, für die Bildung von Rohhumus inklinierenden Böden treten die Bakterien dagegen ganz bedeutend zurück (2000 und weniger Keime pro ccm), weil dieselben in dem sauren Substrat nicht gedeihen können, dafür gewinnen in den oberen, der Luft noch zugänglichen Schichten die Schimmelpilze die Oberhand. In dem stark anmoorigen Boden der Wiesen endlich verschwinden die Spaltpilze mehr und mehr, im Torf fehlen sie ganz (s. a. Wollny a. a. O., S. 74 u. 75). — Wie ungemein resistent die an und für sich leicht zersetzlichen organischen Massen durch diesen Prozeß der Vertorfung werden, zeigen uns die Erfahrungen der Moorkultur. Selbst vom Stickstoff ist nach Tacke,[4]) speziell im Hochmoorboden, nur ein geringer Teil leicht,

---

[1]) J. v. Fodor, „Hyg. Unters. üb. Luft, Bod. u. Wasser“, Braunschweig 1882, Schloesing u. Müntz, Warrington, Chem. News, 68, S. 175, J. König, „D. Verunreinigung d. Gewässer“, 2. Aufl., Berlin 1899, I, S. 268 ff.

[2]) E. Wollny, „Die Zersetzung der organ. Stoffe u. d. Humusbildung“, Heidelberg 1897, S. 95, Mitscherlich, S. 135.

[3]) Molisch, Sitzber. nat.-math. Klasse k. Akad. d. Wiss., Wien 1896, Bd. CV, I, S. 364, W. Knörrich, Ploen. Ber., VIII, S. 18/19.

[4]) Knauthe, „Die Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 213/214.

der Rest aber um so schwerer löslich. Etwas hilft hier schon die Kultur in Verbindung mit Kalk, noch besser wirken nach Weber-Bremen[1]) gut verrotteter, nicht verspeckter Mist, Garten- und alte Kulturerde der ihnen innewohnenden „Fermente" wegen. Noch bessere Resultate erzielte ich mit einem aus Elbschlick, Mist, Garten- und alter Kulturerde hergestellten, richtig behandelten Kompost, unstreitig die besten aber mit einem aus tropischen Gewässern stammenden Schlamm bei gleichzeitiger genügender Kalkzufuhr.[2]) Es scheinen in den tropischen Gewässern nicht nur zahlreiche, sehr kräftige Pektin-, sondern auch verschiedene, nicht minder starke Zellulosevergärer vorzukommen, die bei höherer Temperatur (25 bis 32° C), namentlich in weichem Wasser, die Rohfaser erstaunlich schnell zersetzen. So lagen an einem toten Arme des Saigonflusses dicht nebeneinander mehrere Reismühlen. Trotzdem diese nun tagtäglich die Spelzen von 200, 600 und 1200 Zentnern in diesen Arm warfen, waren weder die im Grunde lagernde Rohfaserschicht hoch (6 ccm), noch die Sauerstoffwerte abnorm niedrige (0,5 bis 0,6 % O, 1,7 bis 2,0 % N am Grunde). Die dortigen Fischer berichteten übereinstimmend, daß in der Zeit nach der Kampagne der Modder schnell verschwinde (s. H. Semler, „Trop. Agrik.", III, S. 663 ff.). Dasselbe hörte ich in Südchina, Ceylon und Java, während in Nordchina und Japan, weil man auch dort die Neigung der Massen zur Torfbildung erkannt hat, das Kaff verbrannt bzw. kompostiert wird.

In gleicher Weise werden in den tropischen und subtropischen Flüssen, speziell Chinas, Cochinchinas, Siams, Indiens, wo die Bevölkerung bekanntlich so dicht sitzt, daß viele am Lande keinen Platz mehr finden, sondern ihr Leben lang auf Kähnen (Hausbooten) vegetieren müssen, aber auch in Brasilien, Mexiko, Afrika, die sehr beträchtlichen Fäkalmassen, Haus- und Küchenwässer in kürzester Zeit glatt verpufft. Während es nach E. Mahnkopf recht lange (ca. 20 Jahre) gedauert hat, ehe sich die Havel von den Effluvien aus Spandau und Berlin reinigte, die Isar unterhalb München nach Hofer, die Elbe bei Hamburg nach Bonne, bei Dresden nach Schorler, die Spree bei Berlin nach Hoff-

---

[1]) Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moorkult. i. Deutsch. Reiche 1894, S. 312.

[2]) s. d. interessanten analogen Versuche von Müntz und Lainé, Bull. d. Séanc. d. l. Soc. nat. d'Agricult. d. France 1906, H. 6, Mitt. d. D. Landw.-Ges. 1906, St. 40, S. 388 ff., Semler a. a. O., I u. II.

mann u. a. m. heute auf weite Strecken hin grob verschlickt sind, es in ihrem Grunde gärt und fault, und jede beträchtliche Schwankung im Luftdruck während der heißen Zeit Kalamitäten heraufzubeschwören imstande ist, war die Bai von Santos mit den Effluvien dieser Stadt in wenigen Monaten fertig, sind der Ganges unterhalb von Kalkutta, der Mekong, Menam und viele Flüsse und Flüßchen der genannten asiatischen Reiche, wie auch der Nil als durchaus „rein“ anzusprechen. Einige von mir auf der letzten Reise der „Batavia“ gesammelte Daten mögen das bestätigen (s. a. Semler a. a. O., I, II u. III):

	Schlamm enthält % verbrennbare Stoffe	Das Wasser enthält pro 1 l mg					In 100 ccm Wasser sind enthalten bei 0° und 760 mm ccm			
		suspend. Best.		gelöste organ. Subst.	Ammoniak	Nitrit + Nitrat				
		insges.	davon verbrennbar				O	CO_2	N	Methan
Saigon, Fluß dicht unterhalb d. Stadt	14	222	62	204	Spur	Spur	0,6	0,4	1,4	vorh.
Saigon, Fluß 4 km unterhalb d. Stadt	8	164	32	84	„	„	1,4	a. R.	1,2	„
Bangkok, Fluß dicht unterhalb der Stadt	24	264	104	336	vorh.	vorh.	0,8	0,6	1,4	„
Bangkok, Fluß 4 km unterhalb der Stadt	10	134	26	182	„	„	1,2	0,4	1,0	„
Bangkok, Fluß 8 km unterhalb der Stadt	6	104	22	102	„	—	1,4	a. R.	0,9	—
Shanghai, Fluß 16 km unterhalb der Stadt	**34**	**248**	**110**	**246**	vorh.	vorh.	**0,3**	**0,9**	**1,6**	reichl.

Die Folge dieser Tatsachen, für welche uns K. Brandt eine ausreichende Erklärung gegeben hat (s. a. die Versuche Wagners und Krügers, S. 346 bis 348), ist das Fehlen von Kalamitäten in diesen Gewässern. Zwar lasen wir 1904 von einem großen Fischsterben im Ganges, da aber gleichzeitig ein solches auch aus der Guineabucht und der Walfischbai gemeldet wurde, möchte ich dieses Faktum viel eher auf seismische Vorgänge zurückführen.

In unseren Böden und Wässern verdanken wir die Humifizierung der organischen Substanz bekanntlich in erster Linie ebenfalls

den Pektinvergärern. Diese an den Stengeln massenhaft sitzenden Organismen dringen tief in das Zellgewebe ein, lösen wahrscheinlich mit Hilfe eines Enzymes die stickstofffreien, gallertartigen Verbindungen der Pektinstoffe, welche gleichsam die Zellen untereinander verbinden, auf und bringen dadurch die Materie zum Auseinanderfallen. Gleichzeitig wird die Holzfaser (Zellulose) der organischen Masse wieder durch andere Spaltpilze allmählich zu Kohlensäure und Wasser vergoren. Bekannt ist, daß ein reichlicher Luftzutritt die Zersetzung der Humusstoffe bis zu den Endprodukten $CO_2 + H_2O$ begünstigt, und daß, ceteris paribus, d. h. bei genügendem Stickstoff- und Mineralstoffgehalt, die Kohlensäure wieder eine reichliche Wucherung von chlorophyllhaltigen Organismen bedingt.[1]) Die Quintessenz dieser Ausführungen lautet also mit Hübner: „Nur tüchtiges Befischen, d. h. Aufrühren des Untergrundes, wird gesunde Verhältnisse und damit Werte schaffen", und wenn der genannte Praktiker weiterhin angibt,[2]) daß er durch Überfahren der Zanderlaichplätze mit seinen Netzen eine wesentliche Erhöhung der Zahl der Brut erzielt habe, so stimmt das wieder ganz vorzüglich zu dem eben entworfenen Bilde.

Der gewiegte Wasserwirt wird, besonders wenn er über die nötigen geologischen Kenntnisse und ein scharfes Beobachtungsvermögen verfügt, stets mit einiger Sicherheit auf etwa

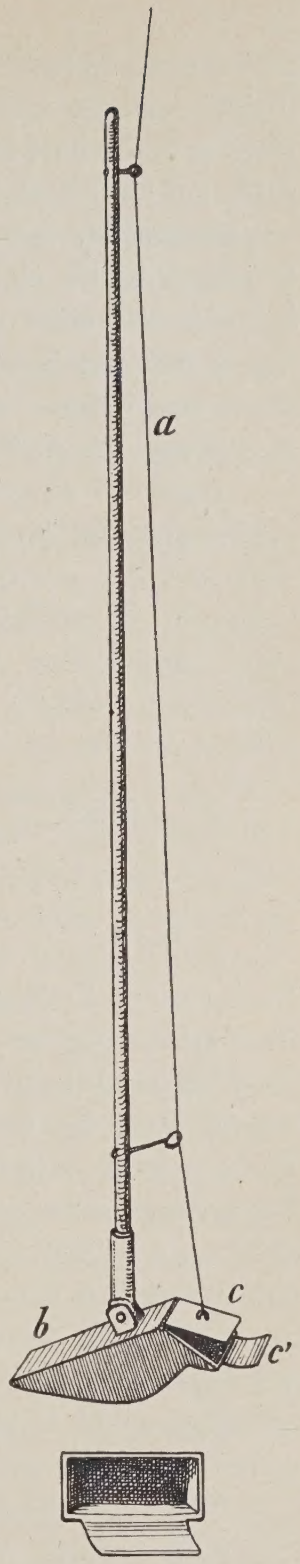


Fig. 65.
Handbagger.
(Von der Seite und von vorn.)

[1]) Stoermer, „Die Tätigkeit der Bakterien bei der Flachs- und Hanfröste", Mitt. d. D. L.-G. 1903, St. 32, M. Hoffmann-Berlin, „Die neuesten Ergebnisse der Agrikulturbakteriologie", ebenda 1906, St. 13, S. 146.

[2]) „Die Fischwirtschaft", Bautzen 1905, S. 91 ff.

verborgene Nährstoffquellen im Teich oder See schließen können (beispielsweise, wenn er hört, daß Elodea oder Chara früher in dem Becken gewuchert haben, seit ein paar Jahren indessen verschwunden sind, auf CaO und N).[1]) Trotzdem wird er als vorsichtiger Mann — namentlich wenn er an einen Kauf oder eine Pachtung des Objektes denkt, sich mit Hilfe der in Figur 65 und 66 abgebildeten Instrumente oder des von P. Schiemenz[2]) angegebenen handlichen Schlammbohrers Proben aus dem Untergrunde verschaffen, diese austrocknen (ausfrieren) lassen, zerkrümmeln und zu einem Kulturversuch in Töpfen verwenden.

Figur 67 skizziert einen solchen Kulturversuch mit Schlammproben aus drei Tümpeln in Kirchdorf Wilhelmsburg bei Harburg a. E.

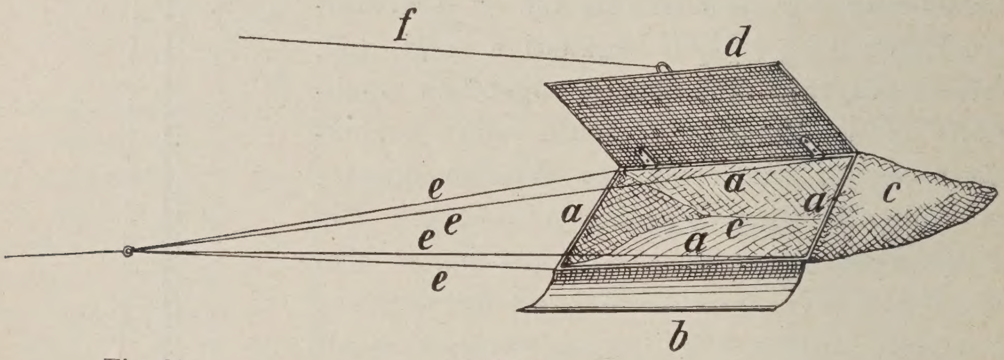


Fig. 66. **Dredge.**

Nach meinen Erfahrungen geben richtig durchgeführte Topfversuche in Verbindung mit der von Zuntz und mir vorgeschlagenen Becherglasmethode (S. 272) den wertvollsten und sichersten Aufschluß über den Gehalt des Schlammes an den für die Fauna und Flora direkt nutzbaren Stoffen. Leider dauert ein derartiges Experiment recht lange — mit Winterroggen fast ein geschlagenes Jahr —, doch läßt sich dasselbe durch Anwendung von Leguminosen, und namentlich der raschwüchsigen Erbse „First crop" (von Heinemann-Erfurt), wesentlich verkürzen. Außerdem ist sehr wohl zu beachten, daß der Handbagger (Fig. 65), wie die Dredge (Fig. 66) natürlich nicht tiefer oder flacher fassen dürfen, als der eventuell später anzuwendende Wasserpflug.

Erläuternd bemerke ich zu der nachstehenden Skizze folgendes:

S. I lieferte eine dichte Vegetation mit vielen regulär ausgeschoßten Beistengeln, aber auffallend kurzen Ähren, ein Umstand,

---

[1]) s. d. von Seligo, Ztschr. f. Fisch., III, 6, S. 354, mitg. Anal., a. S. 48.
[2]) Ztschr. f. Fischerei, X, No. 3, S. 186 ff.

der auf Phosphorsäuremangel schließen ließ. Im Kontrollversuch stockten die anfangs üppig wuchernden Leguminosen in 10 bis 12 cm Höhe, wurden gelb usw., um so besser gediehen sie dagegen in den mit Thomas- oder Knochenmehl (Präzipitat) versetzten Proben. Der Becherglasversuch lieferte bei Schlamm, mit Hamburger Leitungswasser beschickt, intensiv grüne Färbung, 20 Krustazeen mit Sauerstoffwerten von 1,8 bis 2,0 im intensiven Licht. In der mit Präzipitat versehenen Kontrollprobe: dunkelgrüne Färbung, 42 Daphnien, Cyklopiden und große Rotatorien — alle auffallend kräftig — und im Licht 2,4 bis 2,6 $^0/_0$ O bei kräftiger alkalischer Reaktion.

S. II zeitigte eine dünne, kurze Vegetation ohne Beistengel, mit zwar vollkommen ausgeschoßten, aber kurzen Ähren, S. II + CaO eine dichtere und höhere Vegetation mit vereinzelten Beistengeln und kurzen Ähren; um so üppiger und kräftiger war dagegen der Roggen in S. II + CaO + P_2O_5. Die Pflanzen hatten durchweg reichlich Beistengel und viele, l a n g e Ähren. S. II + K_2O fiel ganz ab: sehr dürftige, kurze Halme, die Ähren klein und vielfach nicht ausgeschoßt. Übereinstimmend damit wucherten die Leguminosen (Erbsen und Wicken) sowie die Algen und Kruster nur üppig in den mit Präzipitat versetzten Proben, speziell im Becherglas wimmelte es eine Zeitlang von einer kleinen Cyklops-, Bosmina- und diversen winzigen Rotatorien-Arten.

S. III. Sehr dürftige, kurze Halme, Ähren vielfach nicht ausgeschoßt, klein, S. III + N, wie S. II + CaO + P_2O_5, nur die Beistengel vielfach klein, nicht ausgeschoßt. In der Kontrollprobe mit reinem Schlamm (ohne N) stockten die Leguminosen nach dem Aufgange, dann aber griffen sie um so kräftiger aus und überholten sie alle anderen sehr bald. Im Becherglasversuch reagierten sowohl die Algen als auch die Krustazeen am kräftigsten auf einen Zusatz von F a t t i n g e r s Blutmehl und Spuren von Präzipitat.

Vom fischereilich-praktischen Standpunkt aus unterscheidet P. S c h i e m e n z (a. a. O., S. 186 bis 188) wesentlich vier Kategorien von Gewässerschlamm:[1])

1. Den e r d i g e n Schlamm, welcher, von dem an- und umliegenden Gelände in die Becken geschwemmt, dieselben

[1]) Vergl. hierbei a. F. A. F o r e l in Z a c h a r i a s, „D. Tier- u. Pflanzenw. d. Süßw.“, Leipzig 1891, I. T., S. 22.

an organischer Substanz, Mineralstoffen usw. nicht nur wesentlich bereichern, sondern auch zur Verbesserung des Untergrundes in physikalischer und physiologischer Beziehung beitragen, mitunter freilich recht unliebsame Wirkungen äußern kann (s. S. 270 u. 271).

2. Den organischen „Mulm“ (Detritus). Hervorgegangen aus zerfallenden Tieren und Pflanzen des Bodens wie des Wassers, wird derselbe durch die Exkremente der ersteren erheblich vermehrt und verbessert. Verarbeitung: a) durch die Planktonten, b) die Grundfauna: Chironomus, Würmer, Schnecken, Muscheln, Macrothrix, Illyocryptus, Alona u. a. Auf die reguläre Umsetzung des Detritus müssen wir durch Zufuhr von genügendem

Fig. 67 a.
Kulturversuch mit Winterroggen in verschiedenen Schlammproben.

Sauerstoff- und Mikroorganismenmengen bedacht sein, sonst treten an deren Stelle die Zersetzung (Rohhumus-) und Fäulnis (Torfbildung). — Schon in der Grabkammer eines altägyptischen Grandseigneurs sehen wir Heloten die aus Gartenerde u. a. geformten Klöße in gut gedüngte Gänse- und Ententümpel werfen. Dasselbe Verfahren war bei den Assyrern (Babyloniern) im Schwange, die Mönche der Klosterzeit wußten ebenfalls davon, und in China floriert es heute noch wie vor vielen Jahrhunderten.

3. Den teilweise aus dem organischen Detritus in der Seite 309 geschilderten Weise entstandenen, teils durch Ab-

schwemmungen aus Mooren und Torfstichen in die Becken gelangten, im großen ganzen wertlosen Torfmull.

4. Den besonders in planktonreichen, aber schnecken- und muschelarmen Seen auftretenden Chitin- und Diatomeenschlamm. Die Chitinhüllen der abgestorbenen Krustazeen und die Kieselpanzer der Diatomeen sinken allmählich zu Boden und halten sich, nachdem der Inhalt herausgefault ist, noch außerordentlich lange.[1]) So können ganze dicke Schichten entstehen, welche für die Fische gar keinen Nutzen haben,

Fig. 67b.
Kulturversuch mit Winterroggen in verschiedenen Schlammproben.

ihnen im Gegenteil die Suche nach der Grundfauna erschweren. (Über die Fette, Petroleumbildung usw. siehe Seite 41 und 191.)

Ähnlich wie bei den Seen liegen die Verhältnisse bei den **Flüssen,** doch müssen wir hier zwischen den rasch strömenden Gebirgsbächen und den langsam dahinfließenden der Ebene sehr wohl unterscheiden. Beiden sind durch die Entwaldung der Gebirge (Waldstreunutzung), Regulierungen, Kanalisationen, sowie die ständig intensiver sich gestaltende Kultur der Flächen

[1]) s. J. Frenzel, „Die Diatomeen u. ihr Schicksal", Naturwissenschaftl. Wochenschr., XII, No. 14. Bekanntlich steht Berlin auf einer derartigen Schicht von Diatomeenresten, s. Dafert a. a. O., K. Lampert u. a.

die Hilfsquellen ganz bedeutend gekürzt worden. Während nun aber die Betten der Gebirgsbäche wohl versanden und verkiesen, werden eingeschwemmte organische Massen, einschließlich der Rohfaser (Zellulose), trotz der relativ und absolut niedrigeren Temperatur, namentlich dort, wo genügend diffuses Licht, erzeugt durch eine nicht allzu intensive Beschattung, vorhanden ist, sehr rasch und gründlich umgesetzt, sicher infolge des hohen, gleichmäßigen Sauerstoffgehaltes, vielleicht aber auch deswegen, weil die zur Bewältigung der Massen nötigen, recht ausgehungerten Mikroorganismengruppen hier infolge des mechanischen Niedergerissenwerdens durch die suspendierten Partikelchen überwiegen. Aus diesen kurz skizzierten Verhältnissen resultiert die relative Armut, aber große Reinheit der Gebirgswässer ohne weiteres.

Bei den ruhiger strömenden Rinnsalen der Ebene ist erstens wegen der geringeren Bewegung der Wassermassen (verringerter Luft-, vor allem Sauerstoffgehalt), größeren Tiefe, intensiveren Belichtung u. a. m., nicht zuletzt auch der stärkeren Verschlämmung durch sehr feine Partikelchen und die dadurch bedingte geringere Durchlüftungsfähigkeit das Umgekehrte, nämlich eine langsame, träge Um- bzw. Zersetzung der organischen Massen der Fall. Es erfolgt zunächst die Bildung von speckigem, dann von saurem Rohhumus. Siedeln sich endlich, weil die physikalischen, vor allem Tiefen- und Ernährungsverhältnisse für sie fortschreitend günstiger sich gestalten, am Ufer bzw. in den Abwässern noch Repräsentanten der harten, groben Flora an, so sind alle Bedingungen für ein Vertorfen der Massen erfüllt. Ganz in Übereinstimmung mit diesen Tatsachen ergibt sich bezüglich der Mikrofauna und -flora nach Lemmermann,[1]) Br. Schroeder,[2]) Hofer[3]) u. a. folgendes: Im allgemeinen bergen die flachen, schwach durchströmten Teichgewässer ein weitaus reichlicheres Plankton von Krustazeen, Rädertieren usw. als die Flüsse; je langsamer ein Fluß strömt, desto mehr nähert sich der Gehalt seines Planktons an Tieren demjenigen der Teiche. Das Verhältnis von Planktonten zu den Komponenten des Ufers und Grundes ist außer durch die Stärke der Strömung durch den Nährstoffgehalt bzw. die hygienischen Verhältnisse der betreffenden Faktoren

---

[1]) „Biolog. Unters. v. Forellenteich.“, Ploen. Ber., V, S. 39 u. 100.
[2]) Biolog. Zentralbl., XVIII, No. 14, S. 551 ff.
[3]) Münch. med. Wochenschr. 1905, No. 47, S. 2268 ff., s. a. S. 72.

bedingt. In kalten (rasch strömenden oder stark durchströmten) Gewässern überwiegen, gleichwie im kalten Florengebiet des Meeres,[1]) die Bazillariazeen, in warmen die Chlorophyzeen (auch Algenwatten). Als Grundsatz gilt, daß das Gefälle und die Planktonmenge eines fließenden Gewässers einander umgekehrt proportional sind.[2])

Betrachten wir uns nunmehr die **Teichwirtschaft,** so hatten wir im Gros der Weiher früher die nämlichen Verhältnisse, wie sie heute noch in den Seen vorherrschen. Die Objekte blieben vielfach jahraus, jahrein bespannt, d. h. die Bewässerung wurde nur für einige wenige Tage der Entnahme der Fische wegen unterbrochen. Dieser Zustand (primitivster Betrieb) dauerte so lange an, bis die Flächen nichts mehr hergeben konnten, weil die eingeschwemmten Stoffe tot am Boden lagerten, versauerten und die durch allerhand Reduktionsprozesse entstandenen Substanzen die Entwickelung der Flora und Fauna unterbanden. War der Zeitpunkt der Erschöpfung erreicht, legte man sie trocken und nahm sie in eigene Regie oder verpachtete sie an die Bauern und Instleute, die ihrerseits wieder einzig auf eine möglichst intensive Ausnutzung der im Untergrunde angesammelten Nährstoffe bedacht waren und Generationen hindurch diesen Raubbau systematisch betrieben.

Nach P. Morcinek, „Beiträge zur Geschichte des Dubisch-Verfahrens", Wien 1906, wurden auf der Kammer Teschen die drei Jahre lang bespannten Teiche im Herbst trocken gelegt und vier Jahre landwirtschaftlich genutzt. Im ersten Jahre wurde Hafer, im zweiten Jahre wieder Hafer oder Weizen mit Kleeeinsaat gebaut.[3]) Der Klee lieferte im folgenden zwei Schnitte, im letzten nur einen mit nachfolgender guter Weide, ein Verfahren, welches Gasch okkupiert hat.[4]) Manche Distriktsverwalter

---

[1]) F. Schütt, „D. Pflanzenleb. d. Hochsee" 1893, H. H. Gran, Ber. d. Deutsch. bot. Ges., XV, S. 132—136 (genaue Literaturang. üb. arktisches Plankton!).

[2]) Zacharias, Ploen. Ber., VI, Abt. II, S. 37.

[3]) „D. Fisch. unt. Herzog Albrecht", Ber. d. Fisch.-Ver. f. d. Prov. Ostpr. 1893/94, No. 3, S. 25. Sehr interess. sind d. Ausf. v. Gostkowskis üb. d. Düng. i. d. gr. Wechselw., Mitt. westpr. Fisch.-Ver. 1890/91, 3, S. 20, „D. Bew. d. Teiche a. d. Gute Tomice", Krakau, S. 5 ff.

[4]) „Teichwirtsch. i. Kaniów", Bielitz 1880, S. 10/11, „Beiträge zur Teichwirtsch.", 2. Aufl., Stettin 1896, S. 18 ff.

Plan der Bespannung und Sömmerung der Teiche auf dem Rittergute Guttau bei Bautzen in den Jahren 1815 bis 1819.[1]) (Als Beispiel einer damals als rationell anerkannten Teichpflege.)

Jahr	1.	2.	3.	4.	5.
1815	Mit 2jährigem Karpfensamen besetzt im vorigen Herbst nach der Ernte im ersten Jahre.	Mit 2jährigem Karpfensamen besetzt im zweiten Jahre, fischbar im Herbst.	Mit Hafer besät.	Mit Weizen und Winterkorn besät.	Mit Weizen und Hafer besät und gleich nach der Ernte bespannt und mit Fischen besetzt.
1816	Mit 2jährigem Karpfensamen im zweiten Jahre besetzt, fischbar im Herbst.	Mit Hafer besät.	Mit Weizen und Winterkorn besät.	Mit Weizen und Hafer besät und gleich nach der Ernte bespannt und mit Fischen besetzt.	Mit 2jährigem Karpfensamen im ersten Jahre im vorigen Herbst besetzt.
1817	Mit Hafer besät.[2])	Mit Weizen und Winterkorn besät.	Mit Weizen und Hafer besät und gleich nach der Ernte bespannt und mit Fischen besetzt.	Mit 2jährigem Karpfensamen im ersten Jahre besetzt im vorigen Herbst.	Mit 2jährigem Karpfensamen im zweiten Jahre besetzt, fischbar im Herbst.
1818	Mit Weizen und Winterkorn besät.	Mit Weizen und Hafer besät und gleich nach der Ernte bespannt und mit Fischen besetzt.	Mit 2jährigem Karpfensamen im ersten Jahre im vorigen Herbst besetzt.	Mit 2jährigem Karpfensamen im zweiten Jahre besetzt, fischbar im Herbst.	Mit Hafer besät.
1819	Mit Weizen und Hafer besät und gleich nach der Ernte bespannt und besetzt.[3])	Im ersten Jahre mit 2jährigem Karpfensamen besetzt im vorigen Herbst.	Im zweiten Jahre mit 2jährigem Karpfensamen besetzt, fischbar im Herbst.	Mit Hafer besät.	Mit Weizen und Winterkorn besät.

[1]) J. F. Neu, „Die Teichwirtschaft, die Teichfischerei und der Teichbau nach praktischen Erfahrungen in der Ober-Lausitz", Bautzen, Sa., 1859, S. 13. Es wird dort ausdrücklich betont, daß die Weiher, trotzdem sie nie gedüngt wurden, reiche Ernten an Fischen wie an Getreide lieferten, wohl nur infolge reichlicher Zuschwemmungen aus dem Löbauer Wasser. Zu unserer Zeit müßte ein derartig forcierter Anbau des stickstoffbedürftigen Hafers rasch zur Verarmung des Schlammes führen.

[2]) Der Hafer lieferte rohrartiges Stroh, aber leichte Körner, der Weizen dagegen schönes Stroh und schwere Körner (S. 14).

[3]) Der Besatz gleich nach der Ernte war damals allgemein — auch auf schwerem Boden — üblich. Gewiß ist, daß damit namentlich im durchlässigen mehr oder minder große, durch das Versickern bedingte Stickstoffverluste vermieden werden.

düngten zur zweiten Frucht mit Mist, meist aber langten die gerade hier vielfach stickstoff- und kalkreichen (Teschenit!) Zuschwemmungen zu reichen Ernten aus. Leider ist dieses sehr empfehlenswerte Verfahren zurzeit fast gänzlich aufgegeben worden.

Das bequemste Mittel zur Anreicherung eines erschöpften Bodens mit organischer Substanz dürfte außer dem Halm-Pahlfrucht-Gemenge-[1]) der Zwischen- und Stoppelfruchtbau sein.[2]) Für diese letztere Form empfiehlt Strebel a. a. O., S. 161:

Für leichten Boden:		Für mittleren und schweren Boden	
Untersaat:	Stoppelsaat:	Untersaat:	Stoppelsaat:
Serradella	Gelbe Lupine.	Hopfenklee	Wicke
Sandwicke	Blaue Lupine.	Rotklee	Erbse (Saubohne)
(letztere im Mai unterzupflügen).	Weiße Lupine.	Bastardklee.	Blaue Lupine.
			Weiße Lupine.

Nach Werner und Weiske lassen die Feldfrüchte folgende Wurzelrückstände pro Hektar in einer bloß 26 cm tiefen Krume in Kilogramm zurück:[3])

	Pflanze	Wurzel-menge	Stick-stoff	Aschenbestandteile			
				K_2O	P_2O_5	CaO	Gesamt-asche
Pahlfrüchte	1. 4jährige Luzerne	2772	39,12	10,6	11,3	56,4	344
Pahlfrüchte	2. 1jähriger Rotklee	2558	55,02	23,5	21,5	75,1	550
Pahlfrüchte	3. 3jährige Esparsette	1700	35,40	12,2	8,5	38,1	293
Pahlfrüchte	4. Wundklee	1435	29,34	7,4	6,9	39,0	279
Pahlfrüchte	5. Erbsen	924	16,26	3,2	4,3	20,6	192
Pahlfrüchte	6. Serradella	897	18,60	2,5	5,3	22,9	156
Pahlfrüchte	7. Lupinen	1013	17,88	4,9	4,0	23,1	158
	8. Weizen	997	6,78	5,3	3,4	22,0	312
	9. Roggen	1509	18,78	9,0	7,3	21,0	470
	10. Gerste	571	6,60	2,8	3,4	12,1	109
	11. Hafer	1083	7,68	7,1	8,6	24,6	414
	12. Buchweizen	629	13,74	2,6	3,1	23,0	133
	13. Raps	1278	17,46	10,5	9,2	35,5	178

Werden diese Wurzeln infolge ihres hohen Gehaltes an verhältnismäßig resistenter Zellulose auch relativ langsam zersetzt, so gelten von ihnen doch die Ausführungen von Wollny und Th. Pfeiffer im ganzen Umfange.

---

[1]) A. Küster, „Der Halm-Pahlfrucht-Gemengebau", Neudamm 1899.
[2]) Strebel, Arb. d. D. L.-G., H. 36, S. 120 ff.
[3]) zit. nach Küster, „Der nutzviehlose Betrieb", Neudamm 1902, S. 99.

Über die in einem sehr günstigen Jahre (1891) produzierten oberirdischen Massen belehrt uns E. Ring-Düppel:[1])

Bestellt mit	Bestellzeit Datum 1891	Vorfrucht oder Einsaat in	Produziert Trocken-substanz kg pro ha	Produziert Stick-stoff kg pro ha	Gleich zu rechnen dz Chili
1. Gemenge von Senf, Ölrettig, Ausfallhafer und Lupinen	18. August	Nach Hafer	2262,2	59,9	4
2. Lupinen, Senf, Ölrettig, Buchweizen	30. Juli	Nach Frühkartoffeln	3646,8	73,7	5
3. Senf, Ölrettig, Hafer, Lupinen . .	10. August	Nach Hafer	3741,2	88,9	6
4. Serradella . . .	25. April	In Roggen	3253,0	90,4	6
5. Serradella . . .	1. Mai	In Roggen	3730,0	104,0	7
6. Lupinen	1. August	Nach Kartoffeln	6381,0	122,8	8
7. Senf und Lupinen	20. Juli	Nach Frühkartoffeln	6034,2	130,7	$8^2/_3$
8. Bokharaklee . .	Februar	In Roggen	6390,0	140,9	9
9. Lupinen	20. Juni	In Roggen	5580,0	141,9	9

Die Zersetzlichkeit dieser Massen beurteilt Stutzer wie folgt:[2]) „Die neueren Erfahrungen der Wissenschaft und Praxis auf dem Gebiete der Düngerlehre haben gezeigt, daß der auf dem Felde erzeugte Mist (d. h. die Gründüngung) besser wirkt als Stalldünger. — Die untergepflügte Pflanzenmasse zersetzt sich schneller im Boden wie die strohigen Bestandteile des Mistes.[3]) Sie gibt einen vorzüglichen Humus, und es hat der darin enthaltene Stickstoff einen viel höheren Düngerwert wie derjenige des Stallmistes“ (s. a. S. 53).

Bei einer allzu massigen Produktion von Gründüngungssubstanz empfiehlt es sich übrigens gemäß dem Vorschlage von Wagner,[4]) einen Teil abzumähen und ihn unter den angegebenen Kautelen als Düngerdecke in andere Weiher zu bringen.[5])

---

[1]) Landw. Jahrb. 1900, H. 5, S. 801.

[2]) „Düngerlehre“, Leipzig, S. 103, Wagner a. a. O., S. 285 ff.

[3]) s. dageg. Baessler, Mitt. d. D. L.-G., 17. Jahrg., St. 46.

[4]) P. Wagner, „Die Stickstoffd. d. landw. Kulturpfl.“, Berlin 1892, S. 284.

[5]) Die Meinungen über den Erfolg und die Berechtigung dieser Maßnahmen gehen in Praktikerkreisen weit auseinander. Während

Die Bauern in Mittelschlesien dagegen gaben damals und geben auch heutigestags noch als Pächter im ersten Jahre Hafer bzw. Kartoffeln, dann folgen nach Gründüngung als Unter- resp. Stoppelsaat oder homöopathischen Dosen Mist (meistens Teich- oder Waldstreu) Sommerroggen, Kartoffeln, Runkeln, womöglich noch Stoppelrüben, den Schluß machen, je nach den Umständen, Winterroggen, Gerste, Kartoffeln, Runkeln, Hafer — natürlich ohne Dung. Dabei wird der Acker derart larifari bearbeitet, daß die harte, grobe Flora im zweiten Jahre der Bespannung bereits üppiger wuchert denn je zuvor. Kein Wunder, denn durch das usuelle flache Pflügen werden die Wurzeln kaum tangiert, wohl aber wird der sie umgebende Boden gelockert, in Berührung mit der Luft gebracht und dadurch sowohl seiner sauren Eigenschaften beraubt, wie auch die durch Reduktion entstandenen schädlichen Verbindungen oxydiert werden! Die vielfach noch aus der Klosterzeit herstammenden kleinen Teiche — die Mönche scheinen nämlich stellenweise vorwiegend Kleinteichwirtschaft getrieben zu haben —, bei denen eine derartige Wechselwirtschaft teils ihrer Tiefe, teils entgegenstehender Gerechtsame wegen unmöglich war, wurden dagegen namentlich in abgeholzten Gegenden als Ablagerungsstätten des als Kompost für die Landwirtschaft eine Zeitlang sehr wertvollen Schlammes geschätzt, im übrigen aber womöglich noch stiefmütterlicher behandelt als die größeren Objekte. Periode des Bauernkarpfens und der gefürchteten Fischaufstände (s. S. 149).

Verfahren nach Dubisch. Erzeugung von raschwüchsigen, guten Futterverwertern durch eine sorgfältige Auswahl der Elterntiere, sowie durch eine Fettweide vom Ei an. Sämerung während des Winters. Nach jeder Abfischung ist der Teichgrund einschließlich der Gräben und der Fischgrube durchaus trocken zu legen, feuchte Stellen dürfen unter keinen Umständen bleiben,

Neu, Horák, Gasch, Blume das Abmähen der Gründüngung für unbedenklich halten und mit Küster (S. 334) der Ansicht huldigen, daß die Stoppeln und Wurzelreste dem Boden genügende Nährstoffmengen zuführen, behaupten andere das strikte Gegenteil („Karpfenzucht", S. 25, s. a. Märcker, „Lauchstädter Jahresber.", Landw. Jahrb. 1899). Das rationellste Verfahren bleibt für die Teichwirtschaft, wenn auch nicht für den Gesamtbetrieb, jedenfalls der Weidegang, vorausgesetzt, daß er möglichst kurze Zeit vor der Bespannung statthat.

saure, sumpfige Plätze sind abzudrainieren (A. Gasch), der Boden ist zu lockern (bearbeiten), und der Kampf gegen die harte Flora ist mit allen Mitteln aufzunehmen [Gasch,[1]) J. Susta[2])]. Als vorzüglich hat sich dabei das Inkämmefahren des verfilzten Bodens mit dem Anhäufelpfluge[3]) in Verbindung mit einem alljährlich wiederholten Abmähen der üppig wuchernden Massen unter dem Wasserspiegel um Johanni herum[4]) bzw. ein zeitiges Abweidenlassen durch das Vieh,[5]) nach Morcinek auch ein plötzliches Heben des Wasserspiegels im Juni, bewährt. Man bringe die abgemähten Massen aber recht sauber und vollständig aus dem Teiche heraus, andernfalls können nämlich selbst die kleinsten Triebe nur zu leicht wieder Wurzel schlagen und dadurch das Übel vergrößern. Durch ein einfaches Trockenliegenlassen des Schlammes über Winter erzielen wir neben einer Entsäuerung bzw. Oxydation der durch Reduktion entstandenen, mehr oder minder schädlichen Verbindungen im wesentlichen bloß eine physikalische Melioration der obersten Bodenschichten unter Einwirkung des Frostes, die in Anbetracht der Sprengwirkungen desselben gemäß der Lagerung der Massen unter Umständen allerdings recht beträchtlich ausfallen kann.[6])

---

[1]) „Beiträg. z. Teichw.", 2. Aufl., Stettin 1896, S. 13/14, Neu, „Teichwirtschaft, -fischerei und -bau etc.", Bautzen 1859, S. 10.

[2]) „Die Ernähr. d. Karpfens u. s. Teichgenossen", 2. Aufl., Stettin 1906, S. 126 ff., „Fünf Jahrhund. Teichw. i. Wittingau", Stettin 1899, S. 151 ff.

[3]) V. Burda, Ztschr. f. Fisch., IV, H. 2—4, S. 103.

[4]) W. Horák, „Die Teichwirtschaft", Prag 1869, die S. 170 ff. ein genaues Verzeichnis der Maßnahm. z. Vernicht. d. hart., grob. Flora gibt. — Das von Dr. Brühl, Fisch. Ztg., IX, No. 34, erwähnte, aus einer Kombination von Sensenblättern und Ketten bestehende Instrument ist in praxi lange bekannt.

[5]) J. Šusta a. a. O., V. Burda a. a. O. In dieser Beziehung sollen nach Morcinek namentlich die Gänse recht viel leisten; sehr wahrscheinlich, sagt doch ein schlesisches Sprichwort: „Wo die Gans geweidet und gemistet hat, wächst kein Gras mehr". Auch die Wühlarbeit der Schweine ist, wie Horák bemerkt, nicht zu verachten.

[6]) s. J. Sachs, „Veränd. veget. Stoffe d. Gefrier. u. Auft.", Landw. Vers.-Stat., II, S. 193, M. Fleischer, „D. Wass. u. Temperaturverh. besand. u. n. bes. Hochmoorb.", Land. Jahrb., XX, S. 785 ff., E. Wollny, Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., XX, S. 456 ff., A. Mitscherlich, „E. Beitr. z. Erf. d. Einw. d. Frost. a. d. physik. Bodeneigensch.", Fühlings landw. Ztg., 51, H. 14, konnte in seinen

Je bindiger diese oberste Krume durch eingelagerte feine Ton- und Lehmpartikelchen sich gestaltet, desto weniger tief wird der Einfluß der Atmosphärilien reichen. Mit zunehmender Wärme setzen in der durch den Frost gelockerten oberen Schicht ferner jene physiologisch-chemischen Umsetzungs- und Zersetzungsprozesse ein, von denen später noch näher die Rede sein soll; hervorgehoben sei hier einzig, daß analog dem Umfange der Krümelstruktur und der durch sie bedingten Durchlässigkeit für Luft, Absorptionsfähigkeit für Sauerstoff, Erwärmbarkeit u. a. m. auch an die Stelle der Fäulnis die reguläre Umsetzung, Verbrennung treten wird. Am intensivsten wird das also auf gewissen Sand-, Lehm- und Kalkböden, bei weitem schwächer, ja mitunter (in nassen Perioden) in kaum merklicher Weise in dem kalten Ton und Moor der Fall sein. Die bei der Zersetzung der Tier- und Pflanzenreste sich abspielenden Prozesse werden vollständig, die Festlegung der Nährstoffe wird in einem gewissen Grade und die Auswaschung der letzteren größtenteils von der mechanischen Beschaffenheit des Bodens beeinflußt, das Liebigsche Gesetz vom Minimum ist auch hierbei maßgebend (Wollny a. a. O., S. 78 u. 84).

Das im voraufstehenden über die Tonböden Gesagte gilt von den Quetschstellen in verstärktem Maße. An den mit der harten, groben Flora besiedelten Plätzen wird sowohl während als nach der Bespannung dem Boden durch die dicht verzweigten Wurzeln aller Sauerstoff vorweg genommen, dazu kommt, daß diese Pflanzen überschüssige Mengen einer sehr resistenten Zellulose produzieren, endlich, daß weder die die Gare bedingenden, noch die die Rohfaser vergärenden Organismen teils infolge der sauren Beschaffenheit des Untergrundes bzw. der denselben auslaugenden Wassersäule, teils wegen der durch die intensive Beschattung bedingten niedrigeren Temperatur im Bereich des Geleges günstige Lebensbedingungen finden. Das nämliche gilt unter Umständen von den submersen Vegetabilien im bespannten Teich oder See. Da nun auch an der Lösung der Karbonate, Phosphate, Silikate, wie des Chitins und anderer resistenter organischer Substanzen (beispielsweise bei

---

Versuchen diese Sprengwirkung nicht nachweisen, fand vielmehr als Effekt der Frostwirkung, **daß enge Hohlräume erweitert, weitere durch Einbröckeln fester Bodenteilchen verengt werden** (s. a. „Bodenkunde", S. 133).

der Oxydation der Fette) zweifelsohne die Bakterien hervorragenden Anteil haben, erklären sich die in den einzelnen Gewässern beobachteten, recht beträchtlichen, diesbezüglichen Unterschiede ohne weiteres.

Als sehr wesentlich fällt dabei das früher bereits wiederholt betonte Moment (s. S. 93 u. 165) ins Gewicht, daß nämlich eine ganze Anzahl von den als gut in unserem Sinne anzusprechenden Umsetzungsorganismen und -fermenten — wohl infolge von Überfütterung — im flüssigen Medium sehr leicht erlahmen bzw. zu Schädigern werden. Ferner werden bei Zuschwemmungen von den suspendierten (in der Wassersäule flottierenden), mehr oder minder schweren Partikelchen sehr viele zu Boden gerissen, verschlämmt bzw. durch die in ihm sich entwickelnden Gase in ihrer Tätigkeit gehemmt, vielleicht auch zur Absonderung schädlicher Stoffwechselprodukte veranlaßt. Es wird mithin auch in dieser Beziehung eine öftere Durchlüftung des Schlammes nur günstige Wirkungen zeitigen.

Ganz besondere Sorgfalt widme man den Brut-, Vor- und Streckteichen, weil gerade hier jede Unterlassungssünde sich bitter rächt, oft genug der Keim zu allerhand Epidemien späterer Perioden gelegt wird. Soweit Wiesenflächen in Betracht kommen — und das ist wohl bei den Streichteichen vorwiegend, nicht selten aber auch bei den letzteren Kategorien der Fall —, reiße man sie, vornehmlich dort, wo Moose (Sphagnum u. a.) sich einstellen, im zeitigen Frühling ganz gehörig mit Wieseneggen, dann dünge man reichlich mit Kali und Phosphorsäure — womöglich in organischer Form — und sorge man endlich durch ein gründliches Abweiden der Flächen vor der Bespannung für eine Umsetzung der an und für sich resistenten Massen in die agile Form. Werfen wir größere Grasmengen in ein in bakterieller Beziehung wenig tätiges Wasser, so können wir durch diese Prozedur nur zu leicht den Bestand schädigen, ja, vernichten; bei einer Beigabe von Kuhdünger ist das kaum zu befürchten, weil dieser ja eine Menge von Bakterien und Fermenten enthält. Ein gleiches Verfahren ist nach der Bespannung einzuschlagen und dabei ganz besonders auf die Schnelligkeit der Entwässerung und die nunmehr wuchernde Flora Gewicht zu legen. Machen sich die Sauergräser oder gar Binsen und Schachtelhalme breit, so reiße, d. h. pflüge man das Terrain und säe man es nach vorheriger

Kalkung, gemäß dem Vorschlage der alten Teichwirte,[1]) mit Heublumen, d. i. Samen von guten Gräsern und Leguminosen, ein. Wenn Burda[2]) u. a. das Hochkommen der harten Flora selbst auf „rationell" behandelten Vorstreckteichen beklagen, so liegt das einmal an der großen Dehnbarkeit des Begriffes, dann aber auch darin, daß sie von der von Dubisch auf Grund sehr scharfer Beobachtungen eingeführten und von Morcinek-Teschen weiter ausgebildeten Methode der permanenten Wanderung der Brut und Kultur der Flächen vielleicht zugunsten ihres Säckels, nicht aber der Güte der Objekte abgewichen sind.

Wo dagegen richtige Teiche zum Vorstrecken und Strecken der Brut verwendet werden, brache man dieselben regelrecht, wobei jedoch zu beachten ist, „daß bei der Lockerung aller für die Luft schwer zugänglichen und sich leicht mit Wasser sättigenden Bodenarten — das trifft beim Schlamm allermeist zu — die Herstellung der Krümelstruktur an erster Stelle ins Auge zu fassen, der Übergang des Bodens in einen kloßartigen oder pulverförmigen Zustand aber auf das sorgfältigste zu vermeiden ist" (E. Wollny a. a. O., S. 88). Zur Vermeidung jedes Zusammenschmierens bzw. jeder Schollenbildung nehme man die Ackerungen mithin erst dann vor, wenn, wie der Bauer sagt, der „Boden eben recht ist", d. h. nach Untersuchungen von H. Puchner etwa 40 % Wasserkapazität besitzt.[3]) Ein solcher bindiger, schwerer Schlamm ist zunächst flach in etwa 10 bis 12 cm breiten Furchen zu pflügen, weiterhin wird man sich statt des zur Lockerung an sich weniger geeigneten Pfluges behufs Krümelung und Mischung des Bodens der Krümmer, Grubber und Exstirpatoren bedienen. Ein Walzen dürfte sich einzig für leichtere Böden empfehlen, dagegen wird auf allen mit hoher Wasserkapazität ausgestatteten, wie den ton- und feinkörnigen humusreichen, von dieser Maßregel Abstand zu nehmen sein, weil durch das Walzen eine Ansammlung übermäßiger und infolge davon schädlicher Wassermengen, in Regenperioden auch die Bildung einer tennenartigen, somit für die Luft undurchlässigen Oberflächenschicht begünstigt wird. Für Böden mittlerer

---

[1]) J. Šusta, „Fünf Jahrh. Teichw. i. Wittingau", Stettin 1899.
[2]) a. a. O., S. 134.
[3]) „Unters. üb. d. Kohärenz d. Bodenart.", Forsch. a. d. Gebiet d. Agrikulturphys. 1889, Bd. 12, S. 208.

Bindigkeit ist die Höhe der Niederschläge maßgebend. — Wie viel diese Faktoren auf letzteren ausmachen können, dafür nur ein Beispiel:

Regenmenge 850 mm	Versuchst. A, rationell behandelt, gewalzt, Produktiv. 200 kg pro Hektar,
	Versuchst. B, rationell behandelt, in rauher Eggenfurche, Ertrag 250 kg pro Hektar,
	Versuchst. C, öfters bewegt, in Eggenfurche, Produktiv. 340 kg pro Hektar.

Je mehr wir dabei den von Morcinek geübten Modus der permanenten Wanderung der Brut nachahmen können, desto besser vermögen wir die Flächen auszunutzen, weil wir es alsdann immer mit frischem, tätigem Boden und aufgefrischtem Wasser zu tun haben, desto gesünder, gleichmäßiger werden aber auch unsere Fische sein. Bedingung ist dabei, daß die Teiche im Nivellement liegen, die Fische also nicht ausgefangen zu werden brauchen, sondern mit dem Wasser wandern können, und daß der Boden selbst in allerkürzester Zeit vollkommen trocken gelegt zu werden vermag. Das Einstellen mehrerer Paar Zugochsen für die Bearbeitung der Weiher rentiert nach Morcinek mit ca. 10 %.

Bekanntlich hat die von Caron-Ellenbach empfohlene Schwarzbrache, in Verbindung mit der viehlosen Wirtschaft, unsere Landwirte in zwei Lager gespalten. Kein Wunder! Wie sich aus den voraufstehenden Ausführungen ergibt, wird durch die Erhaltung des Bodens im nackten Zustande eine Ansammlung von Feuchtigkeit, eine bessere Erwärmung und Durchlüftung bedingt, letztere in einem um so höheren Grade, je öfter und je tiefer jener dabei sukzessiv bewegt wird. Unter Einwirkung dieser Faktoren geht der Zerfall der organischen Stoffe lebhafter vor sich, wird das Ammoniak leichter nitrifiziert, und werden die Mineralsubstanzen der Humusstoffe, Pflanzenreste, wie des Bodens — letztere unter dem Einfluß der in größeren Mengen auftauchenden Kohlensäure — besser in den assimilierbaren Zustand übergeführt als im bewachsenen Terrain. Das gilt in verstärktem Maße von den leichten, tätigen Böden, in denen infolge der besseren Erwärmbarkeit (Absorptions- und Emissionsvermögen für Wärmestrahlen, Wärmekapazität usw.), der leichteren Durchlüftbarkeit u. a. m. die Umsetzungen viel rapidere sind als in den schwereren, — daher

Vibrans-Calvörde u. a.[1]) in heißen Sommern gerade hier die intensivsten Stickstoffverluste beobachteten, — denen andererseits aber auch infolge ihrer Durchlässigkeit die größten Nährstoffmengen durch die Sickerwässer entzogen werden.[2]) Für sie, welche ohnedies nicht überreich mit Humus bedacht sind, wähle man vielmehr die Form der Gründüngung durch Leguminosen. Diese Schmetterlingsblütler sind gehörig mit Phosphorsäure, Kali und Kalk zu versehen, als Gemenge von Flach- und Tiefwurzlern in weiten Drillreihen auszusäen, nach dem Auflaufen, gemäß dem Vorschlage von Märcker,[3]) mit Chilisalpeter zu überstreuen und, wenn möglich, während der Vegetationsperiode wiederholt zu bearbeiten. Vor der Bespannung überspritzt man die derart erzeugten Pflanzenmassen zur Fermentation mit gut verrottetem Mist, guter, alter Kultur-, Garten- oder viel bewegter Komposterde und besetzt, gemäß dem Vorschlage von E. Walter, erst dann,[4]) wenn zahlreiche Grünalgen, Flohkrebse usw. anzeigen, daß die Selbstreinigung die regulären Bahnen beschritten hat. Wenn gegen das Dubisch-System so häufig der Vorwurf erhoben wurde, daß es namentlich auf den leichteren Böden einen wahren Raubbau bedeute, weil es die Nährstoffmengen allzu intensiv erschließe, so trifft dieser an sich berechtigte Vorwurf auf den Erfinder des Systems keineswegs zu, denn der hiesige, an guten Zuschwemmungen reiche Boden (s. Knörrich, Ztschr. f. Fisch., X, No. 1, S. 26 ff.) vermag gleich jener berühmten Versuchsparzelle von Kühn (Ber. a. d. phys. Lab. u. d. landw. Versuchsanst. d. Univ. Halle, Heft XV, S. 169 ff., Fühlings landw. Ztg. 1901, S. 2) oder dem Boden in Rothamsted (K. Bieler, „D. R. Vers. a. d. Stande d. Jahr. 1894", Berlin 1896) noch auf Jahre Mittel- ja Vollernten herzugeben (Th. Pfeiffer a. a. O., S. 21). Der Vorwurf muß vielmehr die Leute treffen, welche das Dubisch-System gedankenlos auf die heterogensten Verhältnisse anwendeten. Sie waren alles andere eher denn „Reformatoren"!

---

[1]) Jahrb. d. D. Landw.-Ges., Bd. 19, S. 44—51, H. Warmbold, „Unters. üb. d. Biol. stickstoffbind. Bakt.", Merseburg 1905, S. 126.

[2]) Th. Pfeiffer, „Stickstoffsamm. Bakt., Brache u. Raubbau", Berlin 1904, S. 18 ff.

[3]) „Lauchst. Berichte", Landw. Jahrb. 1899, Becker a. a. O., S. 27.

[4]) „Die Fischerei a. Nebenbetr. d. Land- u. Forstw.", Neudamm 1903.

Zweckmäßig ist es, nach den Beobachtungen von Baeßler-Köslin,[1]) die Leguminosen dabei nicht zu alt werden zu lassen, weil die alsdann sich bildende harte, verholzte Rohfaser sich nur schwer zersetzt und in Verbindung mit der Pentosane die Wucherung unerwünschter Gruppen von Organismen befördert (s. a. S. 59 u. 65).

Auf den schwereren, humusreicheren Schlammböden wird sich dagegen die tunlichst häufige Anwendung der Schwarzbrache[2]) und unter Umständen eine mehrmalige Bewegung des Materiales durch ein Fahren in mehrere Furchen, ein Grubbern und wiederholtes Eggen nur empfehlen, doch darf bei dem Pflügen nicht allzuviel toter Boden mit nach oben gebracht und durch die fortgesetzte Arbeit die Krümelstruktur keinesfalls vernichtet werden. Je besser dabei der Boden die Kreuz und Quer bearbeitet wird, desto intensiver werden die in ihm enthaltenen Nährstoffe aufgeschlossen werden, desto größere Stickstoffmengen werden ceteris paribus die stickstoffsammelnden Bakterien aus der Luft aufnehmen können. Man berücksichtige dabei aber immer, daß es, sollen die letzteren recht kräftig wuchern, dem betreffenden Boden nicht an Kalk und Phosphorsäure fehlen darf.[3]) — Wenn so häufig von seiten unserer Landwirte behauptet wird, daß sich die Bearbeitung des Teichbodens aus Mangel an Gespannkräften von selbst verbiete, so sage ich: Stellt Zugochsen ein, die Ihr in fahrbaren Sommerställen haltet und nach beendeter Kampagne mästet (Korr. f. Fischz. 1905, No. 15). Fällt bei dieser Mast als Effekt und Verzinsung des Kapitals in der Viehwirtschaftung im großen ganzen auch bloß der Dung ab,[4]) so bedenkt dabei doch immer das wiederholt betonte Faktum, daß, weil die Ausnutzungskoëffizienten aller Nährstoffe für die Organismen des Wassers so sehr viel höhere sind als für das Getreide (50 bis 60 : 0,7 bis 2,3 bei der P_2O_5), auch der Effekt der Düngung im Teiche ein anderer sein muß. Viele Weiher, die Euch, piscikulturell verwertet, noch

---

[1]) Mitt. d. D. Landw.-Ges. 1902, St. 46.

[2]) Hiltner u. Stoermer, Mitt. d. D. L.-G. 1903, St. 48/49.

[3]) Gerlach u. Vogel, Zentralbl. f. Bakt., II, Bd. 10, S. 636—643, H. Fischer ebenda, Bd. 14, S. 33—34, Bd. 12, S. 638.

[4]) Eisbein, „D. Mäst. d. landw. Nutztiere", Bautzen 1904, S. 150 ff., Areboë, „D. Rentab. d. Viehhalt.", Jahrb. d. D. Landw.-Ges. 1899, S. 29, Howard, „D. Produktionskost. d. wichtigst. Feldfr.", Berlin 1901, u. a. m.

immer ansehnliche Renten geben, sind, landwirtschaftlich klassifiziert, **totales Ödland.**

Die Frage der Vermehrung der Bakteriengruppen — und gerade der in unserem Sinne als günstig anzusprechenden — durch die Brachhaltung ist durchaus noch nicht geklärt, und zwar scheinen auch hier einschneidende Unterschiede zwischen schweren trägen und leichten tätigen Böden obzuwalten. Während Caron[1]) auf seinem schweren Boden stets fand, daß die Bakterienzahl auf Feldern, welche Halm- nach Halmfrucht getragen, relativ gering, unter Blattfrüchten recht groß, am größten aber in der Schwarzbrache war, und daß dort im Herbste eine ganz andere Bakterienflora herrschte als im Frühling, — ein Umstand, den Hiltner auf das Unterfahren des üppig wuchernden Unkrautes zurückführt, — konstatierten Hiltner und Stoermer[2]) auf dem leichteren Dahlemer Boden zunächst das wichtige Faktum, daß die Organismenwelt des Ackerbodens unter normalen Verhältnissen sich in einem inneren Gleichgewichtszustande befindet (S. 487):

Zeit	Prozentualer Wassergehalt	Gesamtmenge Mittel p 1 g Erde	Prozentuale Anteile		
			d. Streptothrix-	der nicht verflüssigenden	der verflüssigenden
			Arten		
Januar	13,6	11,5	20,8	73,4	5,8
April	10,5	9,5	20,9	76,0	3,1
Mai	8,4	9,4	19,2	76,6	4,2
Juli	9,9	8,8	19,5	74,1	6,4
Mittel	—	—	20,1	75,0	4,9

Untersuchungen in Amt Grimnitz (Uckermark) auf gebrachten Flächen lieferten folgende Ergebnisse:

1. Trotz Eintrittes einer ausgezeichneten Bodengare ist die Zahl der auf Gelatine wachsenden Bodenorganismen in der

---

[1]) Jahrb. d. D. L-G., Bd. 15, S. 43, Zentralaussch. d. Kgl. Landw.-Ges. Hannov., Prot. v. 26. XI. 1896, S. 124, P. Koester-Coldingen ebenda, S. 55, Droop, „Unters. üb. Wesen und Wirkung d. Brache“, Inaug.-Diss., Heidelberg 1898.

[2]) „Studien üb. d. Bakterienfl. d. Ackerbodens m. bes. Berücks. ihr. Verh. nach ein. Behandl. mit Schwefelkohlenst. u. n. Brache“, Arb. d. Biol. Abt. f. Land- u. Forstw. a. Kais. Gesundheitsamt, Berlin 1903, III, Heft 5.

gebrachten Parzelle um 50 % im Vergleich mit dem Anfangswerte, um 38 % im Vergleich zu der Bakterienmenge des unbehandelten Bodens zurückgegangen.

2. Diese Verminderung wird fast ausschließlich durch den Zurückgang der nicht verflüssigenden Arten bedingt. Sehr wenig haben dagegen die Streptothrixarten, gar nicht die verflüssigenden abgenommen.

3. Bezüglich der Wirkung mit Stallmist gedüngter Brache gilt folgendes: Eine Verminderung der Gesamtzahl machte sich im Gegensatz zu der ungedüngten, gebrachten Parzelle nicht bemerkbar, die Gesamthöhe blieb vielmehr konstant.

Die Zunahme der Streptothrixarten ist eine Folge der Stallmistdüngung. Durch dieselbe werden dem Boden bedeutende Mengen von Stroh zugeführt, bei dessen Verrotten diese Organismen eine Rolle spielen (S. 537).

2. Jahr. Auch im Jahre nach der Brache ist die Gesamtzahl der auf Gelatine wachsenden Bodenorganismen in der gebrachten Erde bedeutend niedriger als in dem gleichen, völlig unbehandelt gebliebenen Boden. Die Verminderung betrifft in erster Linie die nicht verflüssigenden, in zweiter die Streptothrixarten. Völlig unverändert haben sich dagegen der Zahl nach die verflüssigenden Mikroben erhalten. — In der mit Stallmist gebrachten Parzelle war nunmehr die Gesamtmenge der Organismen ebenfalls um mehr als ein Drittel abgesunken. Die Abnahme trifft auch hier die nicht verflüssigenden und die Streptothrixarten (S. 539).

Die Forscher schließen ihren Bericht (S. 544): „Nach unserem Dafürhalten läßt sich die in gebrachten Böden zu beobachtende Verminderung der gelatinewüchsigen Bakterien kaum anders erklären als durch die Annahme, daß dieselben zurückgedrängt werden durch die Entwickelung einer bestimmten Art oder Gruppe von Organismen, die auf Gelatine nicht gedeihen, auf deren Wirkung hauptsächlichst die günstigen Folgen der Brache zurückzuführen sind.“

Wenn ich zum Schluß noch anführe, daß die von vielen zur Erklärung der günstigen Wirkungen der Brache herangezogene Nitrifikation des elementaren Stickstoffs durch bestimmte Organismengruppen von Th. Pfeiffer-Breslau[1]) zwar keineswegs bestritten

[1]) „Stickstoffsamm. Bakt., Brache und Raubbau“, Berlin 1904.

wird, dieser Gelehrte indessen meint, daß man ihre Wirkungen gegenwärtig ebenso überschätze, wie das seinerzeit mit der Denitrifikationsgefahr[1]) der Fall war, und daß man die Brachwirtschaft, weil sie die Aufschließung der im Boden lagernden Stickstoffquellen forciere, wie den gesamten viehlosen Betrieb,[2]) als Raubbau[3]) bezeichnen müsse, glaube ich, das Wichtigste hier wenigstens rekapituliert zu haben.

Genau, wie sich übrigens nach Th. Pfeiffer bei der Hallenser bzw. Rothamsteder Brachwirtschaft eine gewisse Gleichmäßigkeit in der Stickstoffbilanz und dadurch ceteris paribus in den Ernten im Laufe der Jahre herausbilden wird, ist das auch bei vielen Teichen durchaus der Fall. Die nur mit Kali, Phosphorsäure usw. unter Ausschluß von Stickstoff gedüngte Parzelle 5 Rothamsted hat ergeben:[4]) (A). Stellen wir diesen Zahlen die Produktivität von Teichen gegenüber (B, C, D, E), kommen wir zu gleichen Resultaten:

Jahr	Körner hl	A Von der 32jähr. Gesamternte entfallen auf die einzelnen Perioden %	Jahr	B	C	D	E[5])
				Produktivität pro ha im 5jähr. Durchschn. kg			
1852 bis 59	17,2	31	1882 bis 89	720	640	620	510
1860 „ 67	13,8	25	1890 „ 97	630	590	580	470
1868 „ 75	12,6	23	1898 bis				
1876 „ 83	11,5	21	1905 . .	600	570	575	450

Ob man auf derartigen Böden eine Festlegung und Vermehrung des Stickstoffes bezw. der organischen Massen durch Anbau von Senf bzw. Leguminosen anstreben soll, läßt sich nur von Fall zu Fall entscheiden, denn die einen loben die Maßregel

---

[1]) Krüger u. Schneidewind, Landw. Jahrb., Bd. 28, S. 217 ff., Bd. 29, S. 747 ff., Pfeiffer u. Lemmermann, Landw. Vers.-Stat., Bd. 50, S. 115.

[2]) John Prout, „Lohnender Ackerbau ohne Vieh“, dtsch. v. A. Küster, Berlin 1881, A. Küster, „Nutzviehloser Betrieb“, Neudamm 1902, u. a.

[3]) K. v. Rümker, „Der Boden und seine Bearb.“, 2. Aufl., Berlin 1904, Wagner, „Stickstoffdüng.“, 1892, S. 285 ff. u. a.

[4]) K. Bieler, „Die Rothamsted. Versuchsstat. n. d. Stand. d. Jahres 1894“, Berlin 1896, S. 25, Pfeiffer a. a. O., S. 21.

[5]) Nach Angaben von Morcinek-Teschen.

ebenso, wie andere nichts von ihr wissen wollen. Es hängt eben die Wirkung derselben wie der ganzen Brachhaltung überhaupt gar zu sehr von den Feuchtigkeitsverhältnissen des betreffenden Bodens ab. Viele rühmen die günstigen Wirkungen eines wiederholten starken Mischlingsanbaues während einer Sömmerung auf die Unterdrückung der harten Flora, wobei sie wohl unwillkürlich an die Quecke denken. Bemerkenswert ist aber sicherlich folgende Angabe von Horák a. a. O., S. 170: „Als eine seltene Erscheinung sei hier erwähnt, daß der Teich Potěšil auf der Domaine Wittingau in einem Ausmaß von 160 Joch vom Jahre 1828 bis zum Jahre 1858, daher durch 30 Jahre, teils unter dem Pfluge, teils als Wiese benutzt worden und keine Spur von Schilf erblicken ließ. Nach der Wiederbespannung des Teiches kamen alle Gattungen von Schilf und anderen Sumpf- und Wasserpflanzen zum Vorscheine und

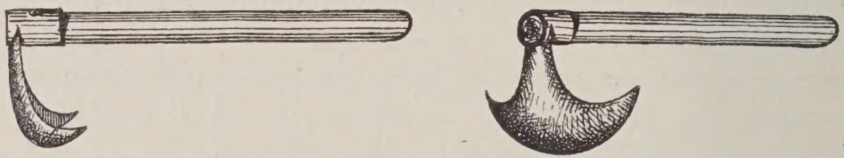


Fig. 68. **Teichhacke.**

lieferten im Jahre 1860 3000 Ztr. Schilf.“ Man ist daher nach dem Vorschlage des genannten Autors — auch in neuester Zeit noch — daran gegangen, den gepflügten oder mittels der Teichhacke umrigolten Grund zu brennen, hat aber auch damit nirgends durchschlagende Erfolge erzielt.

Die Schmetterlingsblütler dürfen ohne Bedenken abgemäht werden, denn die Hauptsache, der Stickstoff, sitzt bei ihnen in um so höherem Grade im Boden drin, je jünger sie sind.[1]) Anders verhalten sich die stickstoffzehrenden Gewächse, wie Hafer, Winterkorn, Senf, Ölrettig, Buchweizen u. a., deren wiederholtes Abernten einem Raubbau optima forma gleichkommen könnte. Man sei aber mit der Bewässerung eines dichten und massigen Bestandes gerade hier auf den schweren, trägen Böden doppelt vorsichtig und lege den Nachdruck auf die gleichzeitige Zufuhr bester bakterienhaltiger Erde (s. S. 245).

Von Vogel[2]) u. a. sind in jüngster Zeit Bodenmischungen auch für die Teichwirtschaft warm empfohlen worden. Ich selbst

---

[1]) A. Küster a. a. O., S. 100 (s. a. S. 322).

[2]) „Ausf. Lehrb. d. Teichw“, Bautzen 1905, III, S. 64, 174, 175.

habe mich diesen Empfehlungen im Hinblick auf die zu erwartenden günstigen bakteriellen Wirkungen eine Zeitlang anschließen zu dürfen geglaubt, bin neuerdings jedoch auf Grund meiner Studien und Experimente zum Teil davon abgekommen. So unbestritten günstig eine Übersandung von Lehm- und Tonböden, ein Überfahren der Moore mit Sand, Lehm und alter Kulturerde besonders dann wirken kann, wenn sie mit einer gründlichen Bearbeitung, also Mischung, gepaart ist, so schädlich vermag vice versa das Einbringen bindiger Massen in die Weiher, selbst auf leichteren Böden, sich zu gestalten. Die Zuschwemmungen pflegen ja ohnedem unseren Schlamm reichlich genug mit feinsten Lehm-, Ton-, Humuspartikelchen usw. zu versorgen und ihn dadurch weit bindiger zu machen, als uns im allgemeinen lieb sein kann.

Was speziell die Bakterienflora anlangt, so geben die mit der Salfeldschen Impferde auf schwereren und mit dem Caronschen Alinit eigentlich allerorts, außer in Ellenbach, erzielten Mißerfolge, in Verbindung mit den Ausführungen von Hiltner (Jahrb. d. D. Landw.-Ges. 1900, S. 76 ff.), besonders aber von Gerlach-Posen (ebenda 1902, S. 21 ff.), denn doch zu denken: „Aber jener Vorschlag der Bodenimpfung kann doch wohl nur dann Aussicht auf Erfolg versprechen, wenn die betreffenden Lebewesen im Boden fehlen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Überall stoßen wir auf ihre Tätigkeit und finden sie sowohl in den schweren, wie in den leichten Böden, den dunklen, wie den hellen. — Was kann es wohl nützen, einem Boden, welcher bereits Milliarden jener kleinen Lebewesen enthält, durch eine Impfung noch Hunderttausende oder selbst einige Millionen zuzuführen? Nun ist es allerdings möglich, daß die Anzahl jener Bakterien zuzeiten im Boden abnimmt, Carons Forschungen machen das wahrscheinlich, aber auch dies ist noch kein Grund zum Impfen. Die Fähigkeit der Bakterien, sich zu vermehren, ist gewaltig groß. Nach Büchner kann ein einziges Stäbchen innerhalb 8 Stunden 20 bis 30 Millionen Organismen bilden. Also auch wenig Keime würden ausreichen, die Ackerkrume aufs neue zu bevölkern, wenn nur die Bedingungen für die Entwickelung günstige wären; sind sie es nicht, so nützt auch eine Impfung — sei es mit Rein-, sei es mit Misch- und Rohkulturen — nichts (s. a. Mitscherlich, S. 270). Indessen: Nulla regula sine exceptione! Der nachstehende Kulturversuch mit einem sterilen Heideboden und sterilisiertem

bzw. tätigem Bakterienwasser resp. solchem aus Erlentümpeln (B. W. resp. E. W.) zeigt uns, daß derartige Impfungen unter Umständen denn doch krasse Unterschiede bedingen können.

Gerade, weil unsere Teichböden aus den wiederholt entwickelten Gründen, besonders von der zweiten Hälfte der Saison an, in bakterieller Hinsicht nicht übermäßig günstig gestellt sind, können Impfungen in ihnen unter Umständen reüssieren (s. a. S. 245). Die Hauptsache bleibt indessen die Schaffung guter Existenzbedingungen für die Spaltpilze, ohne diese Basis nützen jene nichts.

Zum Schlusse sei bemerkt, daß übrigens unter Umständen, weit besser noch als eine Mischung mit Sand, eine Kalkung und gründliche Stallmistdüngung in Verbindung mit einer gehörigen Kultivierung

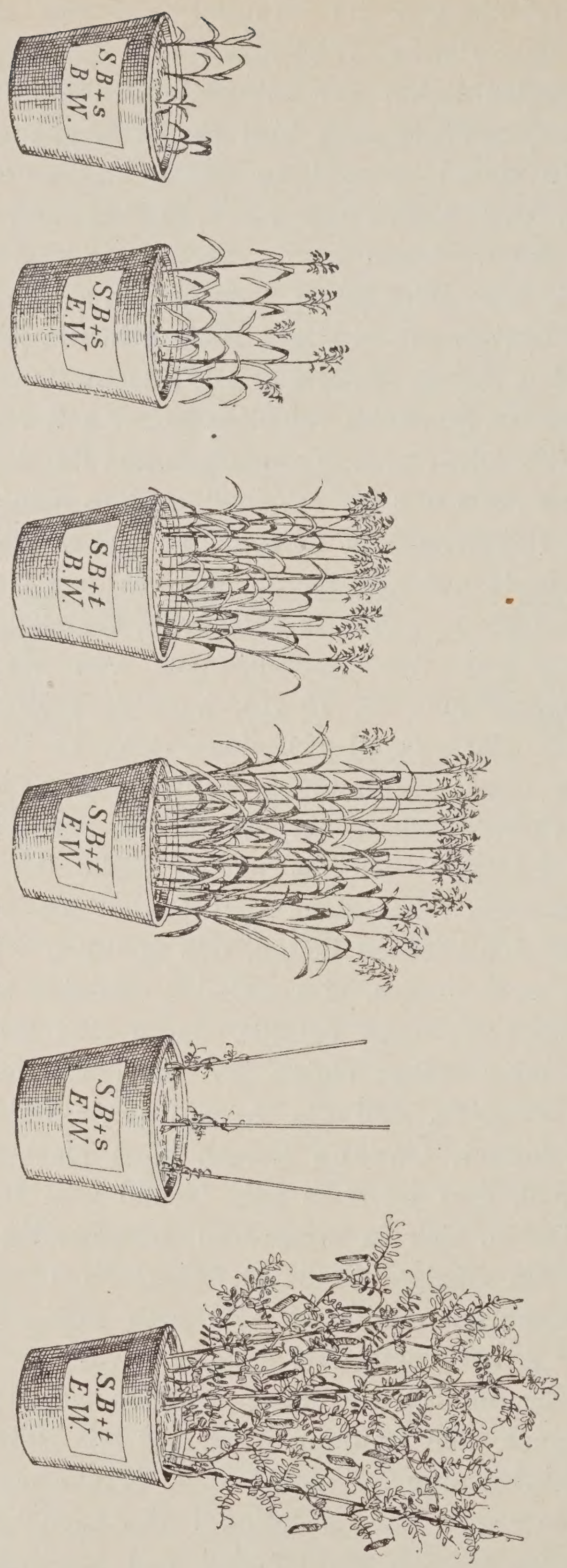


Fig. 69.

Einfluß von sterilem bzw. tätigem Bakterienwasser und solchem aus Erlentümpeln auf die Produktivität eines sterilisierten Bodens.

(s. B. W. = sterilis. Bakterien — s. E. W. = sterilis. Erlen — t. B. W. = nicht sterilis. Bakterien — t. E. W. = tätiges Erlenwasser.)

wirkt. Bindige Böden werden durch die Humusbeimengung lockerer, weil die Krümelbildung durch die Humusstoffe wesentlich unterstützt wird, leichte, sandige Böden werden unter den gleichen Verhältnissen befähigt, größere Wassermengen aufzunehmen und erfahren nach Maßgabe ihres Humusgehaltes an ihrer großen Durchlässigkeit eine entsprechende Einbuße. Ebenso muß die vermehrte Humusanhäufung sich als von günstigem Einfluß auf die Temperaturverhältnisse der Mineralböden äußern, indem dadurch eine Abschwächung der Temperaturextreme in denselben herbeigeführt wird (E. Wollny a. a. O., S. 103).[1]) — Wie stark sich diese Verhältnisse auch im Teiche ausprägen können, dafür nur einige wenige Beispiele (s. S. 338).

Über die Kombination von Reis- und Fischkultur ist im voraufgegangenen Kapitel, S. 254/255, schon einiges gesagt worden, trotzdem rekapituliere ich hier das Wichtigste, weil es mir sehr gut zu den obenstehenden Ausführungen zu passen scheint. Wie in den Berichten aus Amerika, wird auch in fast allen Aufsätzen über das in Rede stehende Thema betont, daß die vom Reis geforderte hohe Temperatur das Wachstum des Karpfens begünstige. Das ist nur bedingt richtig, denn je höher die Temperatur, desto größer der Nährstoffbedarf, desto gewichtiger auch der Zuwachs. Mit unseren mageren Durchschnittsteichen und Wässern würden wir bei einem derartigen Verfahren nur Fiasko machen. Zu beachten ist dabei, daß der Osten und Südosten nur den Klein-, und wegen der Billigkeit der Arbeitskräfte im großen ganzen ausschließlich den Handbetrieb kennt, daß aber dadurch, sowie durch die Ansprüche der ungemein dicht gesäten Bevölkerung die Intensität der Kultur wesentlich gefördert wird. Wegen der Details verweise ich auf die Schriften von: Semler, „Tropische Agrikultur“, Wismar 1880, III, S. 19 ff., Opel, „Der Reis“, Bremen 1891, bezüglich der Düngung, wie des Ackerbaues in China und Japan überhaupt: J. v. Liebig, „Chem. Briefe“, Leipzig und Heidelberg, 49 ff., „Naturw. Briefe üb. modern. Landw.“, ebenda 1859, „Naturg. des Feldbaues“, Braunschweig

---

[1]) „Unters. üb. d. Einfl. d. Farb. d. Bod. a. d. Erwärm.“, Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., I, S. 43—69, C. Lang, „Über Wärme-Absorpt. u. -Emiss.“, ebenda I, S. 383—407, Schübler, „Grunds. d. Agrikulturchem.“, II, S. 88 u. 89, Mitscherlich, S. 28 ff., Wernecke, Fisch.-Ztg., VI, No. 13.

Toniger Untergrund.

Grube A mit stark gejauchtem Sand befahren, zweimal umgegraben und gehackt.

Tag der Probe-nahme	Belichtung und Temperatur ° C		Tiefe der Probe-nahme	In 1 l enth. mg org Subst.	In 100 ccm Wasser enth. bei 0° und 760 mm ccm			
					O	CO_2	N	CH_4
24. Juni	Grelle Belicht.	+22	Grund	118,2	1,4	0,3	1,2	0,3
18. Juli	„ „	+24	„	96,4	1,2	0,5	1,2	0,3
18. Aug.	„ „	+21	„	74,2	1,2	0,3	1,2	0,4

Produktivität pro Hektar 196 kg.

Grube B mit gut verrottetem Mist befahren, einmal umgegraben und gehackt.

Tag der Probe-nahme	Belichtung und Temperatur ° C		Tiefe der Probe-nahme	In 1 l enth. mg org. Subst.	In 100 ccm Wasser enth. bei 0° und 760 mm ccm			
					O	CO_2	N	CH_4
24. Juni	Grelles Licht	+22	Grund	136,9	1,8	—	1,2	0,5
18. Juli	„ „	+25	„	129,8	2,1	—	1,2	0,6
18. Aug.	„ „	+23	„	100	2,1	—	1,2	0,4

Produktivität pro Hektar 242 kg.

Sandiger Untergrund. Gründüngung.

Grube A mit Ton überfahren, mit P_2O_5, CaO und K_2O gedüngt, zweimal bearbeitet. Entwickelung der Leguminosen mittelmäßig.

Tag der Probe-nahme	Belichtung	Tem-pera-tur ° C	Tiefe der Probenahme	In 1 cbm enth. ccm Plankton	In 100 ccm Wasser enth. bei 0° und 760 mm ccm					
					O	CO_2	N	NH_3	CH_4	H_2S
26. Juni	Sonnensch.	+20,4	Grd.	940	0,9	0,6	1,2	reichl.	0,8	—
24. Juli	„	+21,7	„	830	0,85	0,7	1,2	vorh.	0,7	?
30. Juli	Diff. L.	+18,4	„	850	0,63	0,4	1,2	„	0,8	vorh.
16. Aug.	„	+19,4	„	632	0,48	0,9	1,2	„	0,8	„
18. Aug.	Sonnensch.	+24,2	„	422	0,54	1,2	1,2	„	0,8	„
22. Aug.	„	+19	„	336	0,47	1,3	1,3	„	0,9	„

Grube B ohne Ton, mit P_2O_5, CaO und K_2O gedüngt, zweimal bearbeitet. Entwickelung der Leguminosen sehr üppig.

Tag der Probe-nahme	Belichtung	Tem-pera-tur ° C	Tiefe der Probenahme	In 1 cbm enth. ccm Plankton	In 100 ccm Wasser enth. bei 0° und 760 mm ccm					
					O	CO_2	N	NH_3	$N_2O_3 + N_2O_5$	CH_4
26. Juni	Sonnensch.	+21,9	Grd.	1240	1,4	0,2	1,2	vorh.	vorh.	0,6
24. Juli	„	+23,4	„	1420	1,6	a.R.	1,2	„	„	0,7
30. Juli	Diff. L.	+17,6	„	1312	1,0	0,4	1,2	„	„	0,8
16. Aug.	„	+18,7	„	1406	1,2	0,4	1,2	„	„	0,6
18. Aug.	Sonnensch.	+22	„	1324	1,6	a.R.	1,2	„	„	0,4
22. Aug.	„	+20,2	„	1204	1,6	„	1,3	„	„	0,55

Toniger Untergrund. Senf.

Grube C nicht überspr.

12. Juni	Sonnensch.	+19,4	Grd.	128	0,8	1,2	1,4	vorh.	0,8	Sp.
24 Juni	„	+21,4	„	134	0,7	1,4	1,2	„	0,8	vorh.
30. Juni	„	+21,9	„	118	0,5	1,4	1,2	„	0,9	„
10. Juli	„	+22,4	„	94	0,7	1,2	1,2	„	0,8	„
18. Juli	„	+24,7	„	102	0,8	1,2	1,1	„	0,7	Sp.

Grube D mit Mist und Kulturerde bestreut.

12. Juni	Sonnensch.	+18,8	Grd.	396	1,2	0,4	1,4	vorh.	vorh.	0,6
24. Juni	„	+21,9	„	521	1,4	0,2	1,2	„	„	0,7
30. Juni	„	+22,7	„	631	1,4	0,3	1,2	„	„	0,9
10. Juli	„	+23,4	„	1012	1,6	a.R.	1,2	„	„	0,77
18. Juli	„	+24,3	„	1084	1,65	a.R.	1,0	„	„	0,8

1865, S. 249, 441 ff., Fortune, „The tea districts of China and India“, vol. I, Nagai, „Die Landwirtsch. Japans“, Dresden 1887, Plath, „Landw. d. Chinesen u. Japaner“, München 1873, A. Küster, „Nutzviehloser Betrieb der Landwirtsch.“, Neudamm 1902, S. 18 ff., 24 ff., 90 ff., usw. Als Düngemittel wird, und zwar als Kopfdünger, neben Latrine und einer eigens zubereiteten Komposterde, Fischguano verwendet. Der Verbrauch daran betrug in Japan:[1])

im Jahre:	engl. Pfund	im Werte von Yen (= ca. 2 Mk.)	
1899	396 812 842	7 358 146	
1900	217 890 208	7 058 117	
1901	243 080 850	7 218 435	
1902	290 864 255	7 306 144	
1903	ca. 350 000 000	8 000 000	inkl. d. Importes aus China und Amerika.[2])
1904	„ 286 800 000	8 020 000	
1905	„ 390 000 000	9 000 000	

Die Pflanzen werden auf besonderen Beeten gezogen, reihenweise in die mit Latrine gedüngten Löcher gesetzt, mit Komposterde angedrückt und während der Saison wiederholt mit der Hacke bzw. einem gabelartigen Instrument (China) oder durch den von Büffeln gezogenen Pflug bearbeitet (Anam, Siam).

Ähnlich ist das Verfahren in Italien, wo aber die Fischkultur auf den Reisfeldern seit einigen Jahren schon ruht.

Um so größere Fortschritte macht sie dagegen in Ungarn. Hier wurde sie seinerzeit durch P. Morcinek-Teschen lediglich zum Zwecke der Aufzucht des Besatzmaterials für den Balatonsee eingeführt. — Bekanntlich gedeiht der Reis nicht überall in Ungarn, sondern nur in der Gegend des Bersaba-, Franz-Josef- und Theresienkanals. Versuche, ihn in der Nähe von Budapest, in der Bukowina, Podolien usw. zu kultivieren, sind fehlgeschlagen, weil dort eben die zu seinem Gedeihen nötige Wärmemenge fehlt. In den gedachten Gegenden florierte die Reiskultur schon früher unter Maria Theresia einmal, mußte jedoch aufgegeben werden, als die Robote fielen und man gezwungen war, die damals übliche Handarbeit zu verlohnen. Jetzt sind auf diese Weise wieder

[1]) s. „Aperçu de l'état de l'industrie de pêche au Japon“, St. Petersbourg 1902, Cat. d. St. Louis World Exhibition.

[2]) Der kleine Bericht, Fisch.-Ztg., VII, 16, S. 254/255, ist unrichtig. Seit einigen Jahren exportiert Japan keinen Fischdünger mehr, sondern es importiert stets wachsende Mengen. Ob sich das jetzt nach Erwerb der Fischereien bei Sachalin ändern wird, ist sehr die Frage.

etwa 500 Joch kultiviert, denen fortwährend neues Terrain zugefügt wird. — Die Anlage ist dieselbe wie in China, Japan usw., nämlich das auf Rieselfeldern übliche schachbrettartige System, und zwar ist jeder der 1 bis 3 Joch spannenden Weiher unabhängig vom anderen be- und entwässerbar. Die Wirtschaftsmethode ist ein Sömmerungsbetrieb, bei welchem auf 3 Kultur- 3 bis 4 Brachjahre folgen. Die Spannhöhe der Plantagen beträgt zirka 50 bis 75 cm.

Im Herbst[1]) bzw. Februar — einen Winter in unserem Sinne kennt man dort nicht, obwohl, wie in Italien, Mittelchina und Japan auch Frostperioden vorkommen — wird das Feld, eventuell nach voraufgegangener Düngung, gepflügt, geeggt usw. und Ende April bespannt. Anfang Mai erfolgt die dünne Einsaat breitwürfig in den bespannten Teich, worauf die Samen durch das Vieh festgetreten bzw. durch eine eigens zu diesem Zweck konstruierte (übrigens in Amerika ebenfalls gebräuchliche) Walze festgedrückt werden. Nach dem Auslaufen der Körner, Ende Mai, läßt man das Wasser wieder ab, die Reiswurzel sucht nach Feuchtigkeit und verankert. Darauf erneute Bespannung mit gleichzeitigem Besatz von Karpfenbrut. Eine weitere Bearbeitung des Bodens findet nicht mehr statt, es sei denn, daß man das Jäten des Unkrautes als solche bezeichnet. Bei der Ernte Ende August bzw. Anfang September sammeln sich die Fische in den Hauptgräben. Durchschnittserträge:

10 bis 14 dz roher Reis à 7 fl. pro Joch . . . . . . =	98 fl.
50 bis 100 kg einsömmrige Karpfen (à 40 bis 50 fl. pro 100 kg)	50 fl.
	148 fl.

Summen, welche gegen die der Chinesen und Japaner gewaltig abfallen (s. S. 2, Matsubara, Verh. V. Int. Fisch.-Kongr.).

Wenn übrigens behauptet wird, daß die Fische in China infolge der eigenartigen Fäkaldüngung einen schlechten Geschmack annähmen,[2]) so stimmt das mit meinen Erfahrungen durchaus nicht überein, und Karpfen und Schleien aus unseren Dorfteichen schmecken vorzüglich.

Es erübrigt sich, nunmehr noch kurz das Trockenliegenlassen der Weiher über Winter und die Düngung des Teich-

---

[1]) s. C. Nicklas a. a. O., S. 103 ff. W. Dröscher, Fisch.-Ztg. 1902, No. 15, W. Knörrich, Ztschr. f. Fisch., X, No. 1, S. 17 ff.

[2]) Leonhard, „Der Karpfen“, Neudamm 1906, S. 96, s. a. Roessing, Fisch.-Ztg., IX, No. 39, S. 612. Dasselbe behaupten

bodens zu besprechen. Die erstgenannte Methode wurde bekanntlich von Thomas Dubisch in Skotschau in die teichwirtschaftliche Praxis eingeführt und von seinen zahlreichen Schülern um so lieber aufgegriffen und weiter ausgebildet, als inzwischen durch wissenschaftliche Versuche erwiesen war, daß die hartschaligen Eier der hauptsächlichsten Nährtiere der Fische, der Daphnien usw., ebenso wie durch die Trockenheit auch durch die Kälte nicht vernichtet werden, daß sie, weil der Frost ihnen günstigere Entwickelungsbedingungen schafft, vielmehr weit besser auskommen, als im ständig bespannten Teiche.[1]) Diese guten Existenzbedingungen liefern den in Rede stehenden Organismen nun aber die Gruppen der nitrifizierenden Organismen in ihrer Gesamtheit (s. Kapitel V), welche vielen niederen Tieren außerdem direkt zur Nahrung dienen. Bei den durchweg als thermophil anzusprechenden Spaltpilzen liegt bezüglich der Kohlensäureerzeugung (nach Wollny a. a. O., S. 76/77) das Optimum der Wärmewirkung, bei welcher die kräftigste Oxydation des Kohlenstoffes stattfindet, bei etwa 35, das Maximum, bei welcher diese aufhört, bei etwa 80° C. Die Salpeterbildung wie -zerstörung (s. Baur) gehen bei 5° sehr langsam vonstatten, bei 12° sind sie deutlich wahrnehmbar, bei 37° erreichen sie ihr Optimum, um bei 55° C aufzuhören. Bei Anwesenheit größerer Mengen von gelöster agiler organischer Substanz werden indessen diese Organismen infolge von Überfütterung sehr rasch träge, vielleicht auch zu direkten Schädigern. — An diesem Punkte setzte nun Dubisch ein. Er legte den Teichgrund regelmäßig trocken und ermöglichte es dadurch einmal

übrigens Hofer (s. S. 76), Mahnkopf und Morcinek auf Grund ihrer reichen Erfahrungen. Demgegenüber muß aber ausdrücklich betont werden, daß weder die in Großbeeren, noch in Malchow (s. S. 82), noch in Dortmund im Rieselwasser gehaltenen Fische diesen „Petroleumgeschmack“ zeigten (Cronheim, Marsson u. a.), wie ja auch der gute Geschmack der im regulären Dorfteichwasser gewachsenen Fische stets betont wird (V. Burda, E. Walter, E. Giesecke, P. Vogel u. a. m.).

[1]) B. Benecke, „Die Teichwirtschaft“, 1. Aufl., S. 21/22, J. Vosseler, „Die freileb. Kopep. Württemb.“, 1886, O. Zacharias, „Tier- u. Pflanzenw. d. Süßw.“, II, S. 307/308. Bekannt ist, daß die hartschaligen Dauereier der Daphnien, Bosminen von den Verdauungssäften der Fische nicht angegriffen, die der Kopepoden dagegen vollkommen gelöst werden. Strodtmann, Ztschr. f. Fisch. 1897, S. 103, W. Dröscher, Knauthe, ebenda, S. 193.

den uns hier interessierenden Spaltpilzen, neue Kräfte zu sammeln, aus schädlichen zu nützlichen Objekten zu werden, andererseits, je nach der Bodenstruktur und -art, dem Frost, mehr oder minder tief einzudringen und durch seine Sprengwirkung jenem die nötige und erwünschte Krümelstruktur zu verleihen. Diese Sprengwirkungen werden um so intensiver ausfallen, je feuchter — innerhalb gewisser Grenzen — der Boden ist, und je tiefer infolge der voraufgegangenen mechanischen Bearbeitung der Frost einzudringen vermag. Daher der hohe Wert des Schälens bzw. in Kämme Fahrens des Untergrundes namentlich auf schwerem, bindigem Terrain. Im Frühjahr erscheinen dann Ton- und Lehmböden in einem vorzüglichen Kulturzustande, in einem solchen, wie er selbst bei sorgfältigster Anwendung dieser Instrumente kaum mit dem Pflug oder Grubber erreicht werden kann. In der Frostwirkung besitzen wir daher das einfachste Mittel, die strengen Böden zu krümeln, und jeder Praktiker sollte danach trachten, den Schlamm bereits im Herbst in rauher Furche aufzufahren. — Dies kann auch im nassen Zustande geschehen. — Wesentlich unterstützt wird diese auf die Krümelung abzielende Wirkung des Frostes durch Ätzkalk, der außerdem seiner desinfizierenden Eigenschaften wegen namentlich in Futterteichen oder stark versauerten Objekten volle Berücksichtigung verdient. Man sei aber im Frühling vorsichtig mit der Anwendung der Egge. Dieselbe verdirbt oft mehr, als der Pflug zu schaffen vermag. Vermittelst der so entstandenen Hohlräume kann die Luft natürlich ganz anders in den Boden gelangen, als das früher der Fall war. Auf diese Weise kommen die durch Reduktion entstandenen Produkte: Eisen-, Manganoxydul, Schwefeleisen, Rohhumus usw., mit größeren Sauerstoffmengen in Berührung und werden durch dieselben oxydiert, auf diese Weise vermögen aber auch die einzelnen Komponenten die Gase ganz anders zu kondensieren und absorbieren, als das vordem der Fall war. So wurden nach den Versuchen von Ammon von 100 ccm kondensiert ccm NH_3:[1]) (s. a. S. 170 u. 179.)

Temp.	Humus	Eisenoxydhydrat	Quarz	Kalk	Kaolin	Gips
0 ⁰	29 511,3	38 992,2	938,1	1 552,0	2 447,1	15 134,1
10 ⁰	22 930,3	35 096,2	1 071,6	1 134,8	2 165,3	10 359,9
20 ⁰	20 017,5	25 513,4	1 117,0	781,9	1 473,1	—

[1]) Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., Bd. II, S. 1—46.

Es interessiert hier noch die Kondensation gasförmigen Stickstoffes durch die verschiedenen Bodenkonstituenten. Obwohl kondensierter, gasförmiger Stickstoff weder die Stickstoff-Festlegung im Boden, noch den Gehalt desselben an analystisch nachweisbarem Stickstoff direkt beeinflußt, seien dennoch die betreffenden Untersuchungen hier angeführt, weil kondensierte Gase reaktionsfähiger und leichter in Verbindungen überführbar sind als freie (H. Warmbold a. a. O., S. 6):

100 ccm Substanz absorbierten ccm N (nach Ammon):

Temp.	Humus	Eisenoxydhydrat	Quarz	Kalk	Kaolin	Gips
17 0 C	126,2	23 986,17	24,86	3 803,27	813,4	10,253

Daß das Eisen in natürlichen Böden ähnlich wirkt, beweisen folgende Zahlen:

100 ccm Substanz absorbierten ccm N:

Eisenhalt. Quarz	Reiner Quarz	Eisenhalt. Lehm	Reines Kaolin
217,41	101,71	1 687,73	816,43

Das so kondensierte Ammoniak, vielleicht auch der derart absorbierte elementare Stickstoff werden auf rein chemisch-katalytischem Wege in Nitrit übergeführt und solchergestalt den Nitrobakterien nutzbar gemacht. Übrigens findet nach den jüngsten Befunden von A. Koch-Göttingen und H. Warmbold in einem derartigen Boden auf rein chemischem Wege eine unter Umständen nicht unbeträchtliche Anreicherung an Stickstoff statt.[1])

Durch die im voraufstehenden genannten Manipulationen befördern wir den Eintritt der „Gare", d. h. jenes durch die Tätigkeit von Spalt-Sproßpilzen usw. hervorgerufenen Zustandes des Bodens, durch den mehr Gase produziert, als aufgenommen werden,[2]) und der nach der Bespannung im Teich fortdauernd den regulären Verlauf der Nitrifikationsprozesse und dadurch der Umsetzung der Stoffe einleitet. Sind nun die Hohlräume des Bodens durch feine Wassermenisken abgeschlossen, so kann unter Einwirkung der Gare in diesen sich ein Druck entwickeln, welcher ebenso auf die Menisken wie auf die festen Partikelchen wirkt. Infolge davon werden die Hohlräume erweitert, „der Boden

---

[1]) „Beiträge z. Biolog. stickstoffbind. Bakt.", Merseburg 1905, S. 21 ff., A. Koch-Göttingen, Mitt. d. D. Landw.-Ges. 1906, 10, S. 112.

[2]) E. Wollny, „Die Zersetzung d. org. Stoffe u. d. Humusbild.", Heidelberg 1897, S. 95, „Die Ackergare", Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., Bd. 12, S. 67 ff., A. Mitscherlich a. a. O., S. 135, 136.

geht gleich einem Teige auf“, wird mürbe und krümelig.[1]) Durch den Regen kann, weil dieser den Boden verschlämmt, mithin das Eindringen des namentlich in der ersten Zeit sehr nötigen Sauerstoffs hindert, das Wachstum der Sproßpilze gehemmt, ja unterbunden werden, dagegen befördern animalischer Dung — und zwar ebensowohl der Mist wie die konzentrierten Substrate — die untergepflügten Pflanzenmassen, ferner Kalk u. a. m. die Wucherung derselben mehr oder minder stark. Besonders bei dem „hitzigen“ Pferde- und Schafdung geht der Gärprozeß unter starker Erwärmung rapide vor sich, bei den „kalten“ verläuft er langsamer, aber nachhaltiger.[2])

Fahren wir in einem feuchten Ton- oder strengen Lehmboden Dünger — egal, ob Mist oder Mischling — verhältnismäßig tief unter, so liegt derselbe noch nach Jahren scheinbar unverändert im Boden drin, und es ist infolge der Seite 309 geschilderten Verhältnisse die ursprünglich agile organische Substanz in die schwer zersetzliche übergeführt worden. Derselbe Mist, der im Tonboden nach Maßgabe der Fäulnisvorgänge vertorfte, wird, im leichten, tätigen Sanduntergrunde flach eingebracht, durch allerhand Mikroorganismen sei es in Ammoniak, salpetrige oder Salpetersäure verwandelt, sei es zu den Endprodukten: Kohlensäure, Methan, atmosphärischem Stickstoff und Wasser verbrannt werden. — Das Gesagte gilt vom Schlamm in verstärktem Maße.

Es ist hier wohl ganz am Orte, der Untersuchungen Wagners[3]) über den Verlauf der Nitrifikation im Boden zu gedenken:

Erde mit Mergel im Warmhaus	Gartenerde:	Salpeterbildung	nach	12	Tagen	vollendet,
	Lehmboden:	„	„	48	„	„
Erde ohne Mergel im Warmhaus	Gartenerde:	„	„	24	„	„
	Lehmboden:	„	„	72	„	„
Erde mit Mergel im Kalthaus	Gartenerde:	„	„	60	„	„
	Lehmboden:	„	„	84	„	„
Erde ohne Mergel im Kalthaus	Gartenerde:	„	„	72	„	„
	Lehmboden:	„	„	84	„	noch nicht vollendet.

II. (Versuchsreihe 151, S. 75 von Wagner.)

Je 250 ccm eines Gemisches von 100 Teilen Gartenerde und 2 Teilen Misburger Mergel wurden mit a) 0,2, b) 0,4 g Blutmehl-

---

[1]) Mitscherlich, S. 166 ff., 185 ff.

[2]) Becker „Leitfad. d. Düngerlehre“, S. 32, 53 u. a. m.

[3]) „D. Stickstoffd.“, Berlin 1892, „D. Düng. m. schwefels. Amm. u. organ. Stickst. i. Vergl. z. Chilisalp.“, Arb. d. D. L.-Ges., H. 80.

stickstoff usw. vermischt. — In der eingefüllten Erde waren ursprünglich 1,4425 g Stickstoff vorhanden. Der Gehalt an Salpeterstickstoff steigerte sich bis zum 200. Tage auf 41,8 mg, während der weiterfolgenden 352 Tage hatte keine Zunahme mehr stattgefunden (552. Tag = 40,6 mg). Es bleibt sonach nur die Annahme, daß neben dem Nitrifikations- ein Rückbildungsprozeß in organischen Stickstoff und Denitrifikation eingetreten ist. — Der organische Stickstoff der Erde ist ungemein langsam nitrifiziert worden, aus 100 Teilen desselben sind in 260 Tagen nur 3 Teile Salpeterstickstoff entstanden. — Ein Zusatz von getrocknetem und gemahlenem Rindermist zur Mistbeeterde hat über zwei Monate lang den Salpetergehalt der Mischung herabgedrückt — vermutlich haben Bakterien des Mistes salpeterzersetzend gewirkt —; schließlich scheinen diese ihre Tätigkeit aber eingestellt zu haben, denn es berechnet sich, daß in der mit Stallmist versetzten Erde, im Vergleich zur unvermischten, die folgenden Mehrgehalte an Salpeterstickstoff entstanden sind (S. 78):

	bei Zusatz von 0,2 g Stallmiststickstoff:	bei Zusatz von 0,4 g Stallmiststickstoff:
nach 120 Tagen	0,0083 g	0,0321 g Salpeterstickstoff
„ 312 „	0,0264 g	0,0737 g „
„ 552 „	0,0802 g	0,1610 g „

Auf je 100 Teile Stallmiststickstoff ist im Vergleich zur unvermischten Erde nach Ablauf von 552 Tagen ein Mehr von 40 Teilen Salpeterstickstoff gefunden.

Von je 100 Teilen organischen Stickstoffes sind im Mittel entstanden (s. a. S. 53):

	nach 48 Tagen	nach 120 Tagen	nach 552 Tagen
Blutmehl	50	57	73 Teile Salpeterstickstoff
Knochenmehl	51	52	70 „ „
Luzerneheu	47	57	74 „ „
konzentr. Rinderdünger	22	22	39 „ „

III. (Versuchsreihe 152, S. 79 von Wagner.)

Dieselbe gekalkte Gartenerde wie bei II, der 0,2 g Stickstoff in Form von Knochenmehl, ferner konzentrierter tierischer Dünger, aufgeschlossenes Fleischknochenmehl, getrockneter, gemahlener Stallmist, schwefelsaures Ammoniak, endlich 0,4 g N in Gestalt von gemahlenem Stallmist + Ammoniak zugesetzt waren.

Wie in II ist auch hier der Stickstoff der Gartenerde sehr langsam in Nitrat übergegangen. Es waren in den zum Versuch

verwendeten 250 g Erde 1,785 g Stickstoff enthalten, von denen als Salpeterstickstoff gefunden wurden:

Nach Ablauf von	12 Tagen	43,1 mg
„ „ „	24 „	43,1 „
„ „ „	96 „	46,2 „
„ „ „	240 „	58,0 „
„ „ „	360 „	87,4 „
„ „ „	600 „	104,5 „

Von dem Knochenmehl, konzentrierten tierischen Dünger, Fleischknochenmehl waren in 260 Tagen 70 % des Stickstoffs nitrifiziert worden; während der weiteren 360 Tage steigerte sich zwar noch der Salpetergehalt der Mischungen, zieht man indessen die in der unvermischten Erde gleichzeitig erfolgte Zunahme an Salpeterstickstoff heran, so berechnet sich, daß der organische Stickstoff der zugeführten Düngemittel nicht weiter verändert wurde.

nach	12	24	48	96	240	360	480	600	Tagen
enthielt unvermischte Erde	43,1	43,1	45,6	46,2	58,0	87,4	85,5	104,5	mg Salpeterst.
„ mit Stallmist vers. Erde	15,0	5,0	7,9	3,8	73,8	136,0	145,4	150,6	„ „
enthielt mit Ammoniaksalz vers. Erde	63,4	76,7	114,0	157,1	243,0	259,7	254,7	269,2	mg Salpeterst.
enthielt mit Ammoniaksalz + Stallmist versetzte Erde . .	57,9	97,5	147,5	203,1	250,0	278,8	276,0	303,5	„ „

Will man die Erklärung hierfür suchen, so mag das die folgende sein: Im Stallmist sind sowohl salpeterbildende wie salpeterzersetzende Organismen vorhanden. Werden die ersteren durch Ammoniakzusatz zur Tätigkeit angeregt, so überwuchern sie die denitrifizierenden Formen. Die Umwandlung von Ammoniak in Salpeterstickstoff geht alsdann schnell vor sich, rascher als ohne Mist, und die salpeterzersetzende Wirkung des Stallmistes wird unterdrückt. Sobald aber die Nährstoffquellen der nitrifizierenden Gruppen erschöpft sind, gelangen die salpeterzersetzenden zur Herrschaft. — Daß ein „Zuviel und zu wing immer a Ding“ ist, zeigt uns folgender Befund: Von 100 Teilen Stickstoff sind als Salpeterstickstoff gefunden:

nach	12	24	48	96 Tagen
beim Ammoniaksalz	10	17	34	55 Teile
„ Knochenmehl	25	34	41	43 „

In einer anderen Versuchsreihe war festgestellt worden, daß — besonders bei niederer Temperatur — bei geringerem Gehalt der Bodenlösung an Ammoniakstickstoff die Salpeterbildung ungleich

rascher erfolgte als bei einem höheren. Bei dem vorliegenden Experimente hat nun die verhältnismäßig starke Gabe von 0,2 g Ammoniakstickstoff lange Zeit hemmend auf die Salpeterbildung gewirkt, während sich aus dem Knochenmehl ganz allmählich Ammoniakstickstoff entwickelte und so die Verhältnisse für die Salpeterbildung günstiger lagen.

Versuche über Verluste an Salpeterstickstoff im Boden durch Einwirkung von Stallmist.

IV. (Versuchsreihe 153, S. 84, Wagners.)

1. Der zur Mistbeeterde gemischte Salpeterstickstoff hat sich während der 64tägigen Periode unverändert erhalten.

2. Der zur Erde gemischte Stallmist hat während der ersten 16 Tage den Salpetergehalt der Mistbeeterde herabgedrückt; während der darauf folgenden 16 Tage ist jener wieder gestiegen und hat nach Ablauf der folgenden 32 Tage die ursprünglich vorhandene Höhe überschritten. Es ist mithin anzunehmen, daß nach Ablauf von 16 Tagen die salpeterzerstörenden Bakterien des zugefügten Stallmistes ihre Tätigkeit eingestellt und die nitrifizierenden Gruppen die Oberhand bekommen haben.

3. In vollkommener Übereinstimmung mit dem unter II aufgeführten Ergebnis zeigen sich die bei einem Versuch mit Erde + salpetersaurem Natron + Mist erhaltenen Daten:

1.		2.		3.	
nach 0 Tag. vorh.	101 Teile,	nach 0 Tag. vorh.	84,4	. . . 283,1	mg Salpeterstickst.
„ 1 „ „	101 „	„ 1 „ „	84,4	. . . 284,4	„ „
„ 2 „ „	100 „	„ 2 „ „	84,9	. . . 281,9	„ „
„ 4 „ „	100 „	„ 4 „ „	71,9	. . . 273,1	„ „
„ 8 „ „	100 „	„ 8 „ „	44,4	. . . 253,8	„ „
„ 16 „ „	100 „	„ 16 „ „	40,6	. . . 246,3	„ „
„ 32 „ „	100 „	„ 32 „ „	**68,8**	. . . **255,0**	„ „
„ 64 „ „	97 „	„ 64 „ „	**105,6**	. . . **290,6**	„ „

Doch sei hier an folgende Befunde von Krüger-Halle (Jahrb. d. D. L.-G., XV, S. 63 ff., Fig. 1—13) erinnert:

	Ernte: Trockensubstanz dz auf 1 ha	Stickstoff kg auf 1 ha
Harn	44,9	120,39
Harn + Kotstroh	37,4	92,50
Durch Kotstroh weniger .	7,5	27,89
Salpeter	44,6	121,08
Salpeter + Stroh	38,7	95,17
Durch Stroh weniger . .	5,9	25,91

Durch verrottetes Kotstroh trat aber auch hier keine Minderung des Ertrages ein:

	Ernte: Trockensubstanz g	Stickstoff g
Ohne Kotstroh	17,5	0,3868
Mit frischem Kotstroh . .	4,4	0,1016
Mit verrottetem Kotstroh .	21,1	0,4424

Betrachten wir uns die Düngung etwas näher, so wird zunächst bezüglich der Substrate animalischer Provenienz empfohlen, dieselben — ich denke speziell an den Mist — in gut verrottetem, nicht verspecktem Zustande regulär zu kompostieren, d. h. mit bester, alter Kulturerde und Kalk zu durch- und überschichten.[1]) Wenn alle bis jetzt vorliegenden Versuche die negative Bilanz strohigen im Vergleich zur ausgesprochen positiven des gut verrotteten betonen,[2]) so stimmt das zu dem im voraufstehenden Angeführten vollkommen; trotzdem kann — namentlich auf besseren Böden —, analog dem von Becker a. a. O., S. 55 erwähnten Falle, sogar flach untergepflügtes Dachstroh, wenn es im Boden genügend rottete, gute Resultate zeitigen. Den Mist soll man nach Walter u. a., wie die Latrine, in kleinen Häufchen mit Erde bedeckt bewässern. Im Hinblick auf die günstigen Wirkungen der künstlichen Bodendecke (Erwärmung, Beförderung der Gare usw.)[3]) möchte ich aber zu diesbezüglichen Versuchen, namentlich auf gewissen Bodenarten, anregen. Latrine, frisches Blut, Schlachthofabfälle usw. lasse man erst im Kompost- bzw. mit Erde überdeckten Haufen gut abfaulen.[4]) Ihre Anwendung

[1]) s. a. Th. Pfeiffer, Jahrb d. D. L.-G. 1902, S. 166, M. Hoffmann-Berlin, Mitt. d. D. L.-G. 1906, S. 146 u. a.

[2]) v. Gostkowski, Mitt. österr. Fisch.-Ver. 1887, S. 25, Ibmeyer, Korresp. f. Fischz. 1896, S. 34, Giersberg ebenda, I, S. 307 u. a.

[3]) E. Wollny, „Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys.“, Bd. 13, S. 175, Mitscherlich a. a. O., S. 288, Becker a. a. O., S. 52 u. a. m.

[4]) Fisch.-Ztg., VIII, 9, S. 130. Während in China der einzige Abort des Dorfes bzw. der Kolonie in den Weiher mündet, Schweiz. Fisch.-Ztg. 1904, S. 163, E. Kayser, Korr. f. Fischz. 1904, No. 10 (s. Leonhardt, „Der Karpfen“, Neudamm 1906, S. 95) sammelt man anderorts im Reiche der Mitte bezw. Japan die Fäces derartig sorgfältig, daß sogar an den Straßen jeweilig zu diesem Behufe Töpfe stehen. Harn und Kot werden in Böten oft auf weite Entfernungen hin verfrachtet, in Tonnen bzw. riesigen Töpfen nach gehöriger Verdünnung mit Wasser und feiner

in der Teichwirtschaft verbietet sich leider durchweg aus mehr denn einem Grunde: Zunächst werden Mist, Fäkalien und Jauche viel zu notwendig in der zwar weniger lohnenden, dafür aber um so stärker poussierten Ackerwirtschaft gebraucht, dann aber liegen die teichwirtschaftlich genutzten Objekte meist recht weit vom Gehöft weg. Da nun nach Dr. Müller-Darmstadt (s. H. Werner, Jahrb. d. D. L.-G. 1900, S. 15) 100 kg Stallmist an Wert verlieren in einer Entfernung von:

1/4 Stunde	=	10,6 Pf.
1/2 „	=	14,0 „
3/4 „	=	18,6 „

läßt sich die Vernachlässigung der Teiche wenigstens einigermaßen entschuldigen. Dagegen sollte man, da die Bilanz derselben im allgemeinen noch stärker negativ ist als diejenige des Feldes, weit mehr die Gründüngungen und die konzentrierten Substrate animalischen Ursprungs, also gutes Blut-, Kadavermehl, guten Fisch-, Walfischguano usw., verwenden. Der rationell wirtschaftende Dorfteich (s. S. 92 ff.) sei hier das Vorbild. Gründüngung gebe man in einem gewissen rottenden Zustande in die Weiher hinein, bzw. warte man beim Besatz erst den Verlauf der Gare ab.[1]) Je besser ein Wasser in bakterieller Beziehung gestellt ist, desto glätter werden ceteris paribus die Umsetzungsprozesse sich abspielen und, wenn Walter[2]) u. a. das Durchschichten und Überdecken der Düngerhäufchen usw. mit Erde warm empfehlen, so wissen sie auch recht wohl, warum sie das tun. Das Gesagte gilt in gleichem, ja verstärktem Maße von den vielfach empfohlenen stickstoffreichen Frucht-, Stärke-, Brauerei-, Molkerei-Abwässern.[3])

Verteilung faulen gelassen und dann entweder als Wasser- oder Ackerdünger verwendet (Fortune, „The tea districts of China and India", Vol. I, p. 221, J. v. Liebig, „Naturges. d. Feldbaues", Braunschweig 1865, S. 249, 444 ff., Sh. Nagai, „Die Landwirtsch. Japans", Dresden 1887, u. a.). Die Japaner kennen also das System der „Faulkammer" seit langem.

[1]) E. Walter, „Die Fischerei als Nebenbetrieb d. Land- und Forstmannes", Neudamm 1902.

[2]) a. a. O., Becker a. a. O., S. 49, 54 ff.

[3]) Über die Zusammensetzung derselben s. F. Fischer, „Das Wasser", 3. Aufl., Berlin 1902, S. 309 ff., J. Koenig, „Die Verunr. d. Gew.", 2. Aufl., Berlin 1899, II. Bd., S. 188, 202, 213 u. a.

Bezüglich der Aufnahmefähigkeit und des Vermögens, die aufgebrachten Stoffe zu verarbeiten, bestehen einschneidende Unterschiede zwischen den einzelnen Bodenarten in Abhängigkeit von der Temperatur, die zu berücksichtigen sind.[1])

Bezüglich der Jauche, die man entweder ganz frisch oder in gut vergorenem Zustande verwende, sei man vorsichtig mit dem Einbringen großer Dosen, namentlich in Teiche mit jüngerem Besatz, einmal der Gefahr für die Fauna und Flora (plötzliche Verstärkung des osmotischen Druckes [s. S. 54 ff.], Bildung von Toxinen), dann aber auch der ev. durch Verpuffung eintretenden Verluste wegen. Die Verteilung geschehe in Form der „fortgesetzten sommerlichen Teichwasserdüngung" analog der Temperatur und dem Verdauungsvermögen des Wassers in mehr oder minder starken Dosen, wobei vom zweiten Abschnitt der Saison an aus naheliegenden Gründen die Zufuhr geeigneter Fermente in Gestalt von Aufschwemmungen zu berücksichtigen ist. Dasselbe gilt von den konzentrierten Substraten animalischen Ursprungs: Taubenmist, Guano, Blut-, Fisch-, Fleisch-, Kadavermehl usw. Sie säen wir entweder gemäß dem Vorschlage von Walter sehr gleichmäßig über den ganzen Teichgrund aus,[2]) — wobei wir jedoch in Anbetracht der früher bereits erörterten Tatsachen die Nachdüngungen nicht vergessen dürfen, — oder bringen sie besser noch à la Morcinek-v. Zehmen gelöst und mit der nötigen Impferde versehen in den der Temperatur recht genau angepaßten Dosen dem Wasser bei. Der größte Nachdruck ist dabei — das wiederhole ich hier — auf die Wasserlöslich- bzw. leichte Verdaulichkeit der Substrate zu legen. Was nützen mir beispielsweise die 10 % CaO und 8 % P_2O_5 im Kadavermehl, wenn davon nur 10 %, also 1 bzw. 0,8 g „verdaulich" und weitere 10 im Laufe der Saison in einem nach dieser Richtung hin bakteriell sehr tätigen Wasser löslich sind? Die durch die Trocknung bedingte Veränderung des Aggregatzustandes scheint auch hier sehr einschneidende Unterschiede zu bedingen:

---

[1]) s. J. Koenig a. a. O., Bd. I, S. 285 ff.

[2]) Jahresb. d. teichw. Versuchsst. Trachenberg für 1896, Ztschr. f. Fisch. 1897, ebenda 1898, H. 1, S. 49, s. a. J. Šusta, „Ernähr. d. Karpfen", Stettin 1888, S. 165, Kintze, „Karpfenzucht u. Teichbau", Creba 1886, u. a. m.

	Dauer d. Vers.	Gewicht d. Substanz am		Wasser enthält pro Liter am			
		Anf.	Ende	Anfange		Ende	
	Tage	des Versuches		CaO	P_2O_5	CaO	P_2O_5
Wasser aus Drahomischler Bauernteich (s. S. 276):							
Muschelschalen fein gepulv.	38	4,0	2,0	0,04	Spur.	0,06	vorh.
Knochen frisch „ „		5,0	3,0			0,075	0,4
„ getrock., fein gepulv. . .		6,0	4,9			0,054	0,26
„ aus Kadav. ausg. fein gepulv.		2,5	1,8			0,049	Spur

Bemerkungen: Die Wassermenge betrug jeweilig 100 Liter. Bemerkenswert ist das schnelle Verschwinden von Knochen und Muschelschalen auch im Bobr und der Olsa, während sie in anderen Flüssen jahrelang liegen (s. S. 193).

Aus den früher entwickelten Gründen würde ich von der Anwendung der Düngesalze entschieden Abstand nehmen, dieselben bei Bedarf und beim Fehlen animalischer Substrate höchstens in Form der Vorratsdüngungen bei der Brache und Gründüngung verwenden.

Bekanntlich verkrusten diese Düngersalze die Oberflächenschicht des Bodens recht stark, um so stärker, je leichter löslich sie sind,[1]) — Alkaliböden. — Außerdem Flockenbildung des Tones beim Zusammentreffen mit Salzlösungen.[2]) Beruht auf diesem Vorgange auch die Bildung unserer Flußmarschen, so kann er doch den Nachteil haben, daß die unter dem Einfluß der Salzlösungen sich zusammenballenden suspendierten Tonpartikelchen produktive Schichten verschlämmen.

Am rationellsten dürfte es sein, nur durch die Zufuhr mäßiger Dosen Kalk — bzw. bei verseuchtem Untergrunde von Ätzkalk und Kalisalzen — eine Aufschließung der organischen Massen und Sanierung in dem richtig und rechtzeitig gebrachten Schlamme anzustreben.[3]) Man sei aber auf leichtem, an sich magerem

[1]) A. Mitscherlich, „Unters. z. Erforsch. d. Einw. d. Salzd. a. d. physik. Bodeneig.“, Fühlings landw. Zeitg., 51, H. 16, „Bodenkunde“, S. 147 ff., E. Wollny, Mitt. v. landw. Versuchsfelde d. K. techn. Hochschule München, IV.

[2]) Ad. Mayer, Forsch. Geb. d. Agrikulturphys., 2, S. 257—258, J. Billitzer, Ztschr. physik. Chem. 1903, S. 307—330, 1905 (Bd. 51), S. 129—192, Krüger, Halle, Naturf.-Vers. Breslau 1904, Mitscherlich a. a. O., S. 150.

[3]) s. d. interessanten, gut geschr. Aufs. Fisch.-Ztg., VIII, No. 48, S. 761 ff. Hierbei werden in allen den Fällen, wo es sich nicht um

Gelände mit dieser Erschließung durch Bodenbewegung und Kalkung ja vorsichtig, sonst könnte den Perioden eines starken, momentanen Anstieges solche eines desto rapideren und bleibenden Abfalles folgen. — Auch die Phosphorsäure- und Kalizufuhr können in die Brachperiode verlegt werden. — Für Jauche und die animalischen Substrate, mit Ausnahme des Mistes und der Latrine, wähle man indessen die Form der sommerlichen Teichwasserdüngung, schon weil diese am billigsten und, richtig angewendet, lukrativsten sich gestaltet. Je mehr wir dazu Abflüsse von Düngerstätten und den Schwimmvogelmagen heranziehen können, desto besser wird sich ceteris paribus die Bilanz gestalten, vorausgesetzt, daß wir nicht dem Prinzip des Großhungernlassens huldigen, sondern an eine ordentliche Zufütterung unter Betonung der löslichen Mineralstoffe denken.

	Größe d. Teiches ha	Zahl der Gänse	Früh. Produktivität kg pro ha (10j. Durchsch.)	Jetzige Produktivität kg pro ha (10j. Durchsch.)	Erzielt. Ertrag fl. pro 100 kg Fische	Erzielt. Ertrag fl. pro Gans	Verabr. Futter kg	Kosten d. Fütter. fl.	Mithin Mehr-Ertrag geg. früher fl.
Teich A Gänse nicht gef.	1,4	34	96	184	70	2,2	—	—	136,40
„ B „ mäß. „	1,2	39	110	210	70	2,9	240	36,7	146,40
„ C „ stark „	1,2	46	84	310	70	3,8	640	84,2	228,80

eine Desinfektion des Teichgrundes handelt, neben dem Mergel (M. v. d. Borne, D. F.-Z. 1880, No. 52, v. Snieszko, Öst. Fisch.-Ztg. II) der von Walter empfohlene Scheideschlamm aus Zuckerfabriken (Jahrb. Schles. Fisch.-Ver. 1896, S. 49) bzw. Seifensieder-, Gerber- und Gaskalk (Becker a. a. O., S. 103), besonders auf magerem Terrain, recht gut wirken, beträgt ihr Gehalt doch durchschnittlich Prozente:

	Scheideschlamm	Seifensiederkalk	Gerbereiabfälle	Gaskalk
kohlens. Kalk	15	30	20	25
Ätzkalk	10—15	5	13	40
Stickstoff (organ.) . . .	2,4	1,5	1,4	0,4
Phosphorsäure	0,4	0,2	1,3	0,4
Kali	0,1	4,3	—	0,2
Wasser	ca. 40	ca. 40	< 60	30

Ihres hohen Wassergehaltes wegen können diese Düngerarten aber nur lokale Verwendung finden. Außerdem muß der stets etwas Schwefelcalcium enthaltende Gaskalk vor seiner Verwendung an der Luft lagern und bewegt werden.

Der Lehm in der Teichwirtschaft usw.

Lesen wir die Berichte über die von den alten Züchtern angestellten Fütterungsversuche an Fischen, insbesondere Karpfen, durch, so stoßen wir immer auf die Empfehlung der Beimengung von Lehm oder „guter“ Erde zu den Surrogaten, nicht selten sogar auf die Behauptung, daß ohne eine Zugabe von einem der beiden oder beiden zugleich eine reguläre Verdauung für die Tiere unmöglich, die Fütterung mithin nicht lohnend oder unbekömmlich sei. Eine derartige Aufnahme von Boden (Lehm) bei unseren Wildlingen im Fluß oder See kennen neben den Anglern aber auch unsere praktischen Fischer, infolgedessen beurteilen sie dieses Material kaum minder günstig, als die Altvorderen das taten, und das um so eher, weil Objekte mit vorvorwiegendem Lehmuntergrunde (vergl. Kap. IV) unstreitig zu den produktivsten gezählt werden müssen. (E. Mahnkopf, A. Hübner). Der Güte des Erstgenannten verdanke ich folgende interessante Mitteilungen:

„Trotz aller Blutauffrischungen, Aussetzungen u. a. m. wollten in einem von meinen Rheinsberger Seen die Fische partout nicht vorwärts kommen, der Ertrag fiel, anstatt anzusteigen, von Jahr zu Jahr langsam ab. Unter diesen Verhältnissen beschloß ich, als letzten Notanker ein den Anglern abgelauschtes Verfahren anzuwenden. Um die Fische anzuködern, pflegen dieselben ein Gemisch von Lehm und gekochten (gequellten) Erbsen ins Wasser zu werfen, was von den Bleien, Plötzen, Roddows usw. gierig verschlungen wird. Ich brachte, da mir Erbsen zu teuer geworden wären, an die Ufer des Beckens in das Bereich des Wellenschlages reinen, fetten Lehm. Die Fische nahmen ihn direkt auf und wurden zusehends runder, feister. Ein in weiterer Folge angewandtes Gemisch von Lehm und frischen Kuhfladen bzw. frischen Fäces wurde noch lieber und mit ungleich besserem Effekt verzehrt. Der See ist auf diese Weise ohne allzu große Unkosten recht produktiv geworden.“

Je mehr wir uns in das Studium der Fischfütterung vertiefen, sich praktische wie wissenschaftliche Experimente häufen, und je intensiver Hand in Hand mit diesen die Beobachtung der Kreaturen geht, desto öfter tauchen ähnliche Angaben in der Literatur wieder auf. Hat E. Walter bei einem einschlägigen Versuche auch schlecht abgeschnitten, so haben sich andere durch die negative Bilanz von dem weiteren Verfolg der Angelegenheit durchaus nicht abhalten lassen, und so betonen denn Jaffé, Zuntz, Vogel

Giesecke u. a. m. die Notwendigkeit der Aufnahme von Boden, Detritus, Fäkalien usw., teils der „rein mechanischen Unterstützung der Verdauung“, teils der „Hilfsfermente“ halber, aufs neue ganz ausdrücklich (s. a. Hofer, A. F.-Ztg. 1902, 23).

Ähnliches wissen wir ja auch von den Warmblütern bis hinauf zum Menschen zur Genüge. Für die Wiederkäuer und das Schwein bestätigt das O. Kellner im Einklang mit der Bauernregel: „Ein gutes (gesundes) Schwein muß Dreck fressen,“ für das Pferd (Rohfaserzersetzung) birgt die umfangreiche Arbeit von N. Zuntz und seinen Mitarbeitern analoge Beobachtungen in Fülle, während für die Scharrvögel uns A. E. Brehm, Dürigen u. a. nähere Daten liefern. Daß, wie viele Physiologen und Mediziner annehmen, die von den Geophagen geübte Gepflogenheit ausschließlich durch den Hunger nach Mineralstoffen, vornehmlich Kalk und Phosphorsäure, diktiert sein soll, will mir auf Grund meiner Beobachtungen intra muros et ante portas nicht recht einleuchten. Speziell in meiner Heimat bildete der intensiv von Spatzen gemistete (beschattete), lehmhaltige Boden unter einer Boxdornhecke die „Proviantkammer“ für schwangere Frauen, trächtige Säue, Katzen, Ziegen, Hunde, ferner allerhand Geflügel, nicht zuletzt stark mit Kartoffeln gefütterte Kinder und — Ferkel. Die Vox populi behauptete, daß gerade dieser Boden „den Magen reinige, gesundes Blut schaffe und die Geburt erleichtere“. Auch den Hütebuben in Galizien und Österreich-Schlesien sind derartige bevorzugte Plätze wohlbekannt. Der Boden eines solchen enthielt neben einer üppigen Bakterienflora in der Trockensubstanz Prozente:

14,2 org. Substanz, 4,2 Gesamt-, 1,3 Salpeterstickstoff, 7,2 Kalk, 1,2 Phosphorsäure, 3,2 Kali.

Da in Anbetracht der Geschmeidigkeit des Materials von einem dem durch Steine im Hühnermagen bewirkten ähnlichen „Zerreiben“ bei den Fischen füglich nicht die Rede sein kann, können wir uns die „mechanische“ Unterstützung der Verdauung so denken, daß von jenem ein Reiz auf die Verdauungsdrüsen ausgeübt wird, der seinerseits wieder eine stärkere Absonderung von Enzymen auslöst. Diese Reizwirkung dürfte durch das nach J. Hubad im Lehm vorhandene Salizyl eventuell noch verstärkt werden. — Versuche, das Plus physiologisch bzw. chemisch nachzuweisen, mißglückten, wie übrigens nicht anders zu er-

warten war, vollkommen, weil ja, gleich wie beim Warmblüter (Stutzer, J. Munk), bei den Fischen die Fermentproduktion individuell innerhalb recht weiter Grenzen zu schwanken pflegt. Ebenso resultatlos verlief das Beginnen, eine etwaige Erhöhung des Alkaligehaltes durch die im Boden vorhandenen Basen, vor allem Kalk (Magnesia), Kali, Natron, nachzuweisen; dagegen zeigte in derartigen Experimenten der Darmtraktus der von mir untersuchten Cypriniden sich gefüllt mit einem bunten Gemisch von allerhand Bakterien, vornehmlich Clostridien usw., deren Bedeutung für die Umsetzungen im Boden und bei der Ensilage der Futtermittel (O. Kellner) uns längst geläufig ist, und die bei einem etwaigen Fehlen von freiem den gebundenen teilweise wenigstens als Sauerstoffquelle zu benutzen imstande sind, während in den anderen die reduzierend wirkenden Gärer, wie vor allem thermo, vulgare (Proteus), überwogen. Wie schädlich letzteres, obwohl es sich neben Pektin-, Zellulosevergärern u. a. fast immer regulär in größeren Mengen im Darmkanal unserer Weißfische vorfindet, unter ganz bestimmten Verhältnissen für diese werden kann, wissen wir ebensowohl (Wyß), wie es uns weiterhin bekannt ist, daß zahlreiche von den hierher gehörigen Spaltpilzarten und -gruppen, je nach den Umständen, sogar recht beträchtliche Quantitäten von Milch-, Butter-, Essig-, Zitronensäure, freien Fettsäuren u. a. m. zu produzieren vermögen (Jörgensen, Kolkwitz). Als Vorstufe für diese Säurebildung können dagegen wieder die zugleich mit den Bakterien im Verdauungstraktus der Cypriniden schmarotzenden Hefepilze eine Alkoholgärung erzeugen.[1]) Um die Säuren zu paralysieren, sind die Fische gezwungen, alkali-, vor allem kalk-[2]) und kalireiche Erdteile aufzunehmen, und das um so eher, als der Boden für alle derartigen Substanzen, mit Ausnahme des Harnstoffs (O. Kellner),[3])

[1]) Interessant ist in dieser Beziehung sicher der Umstand, daß die von Nicklas a. a. O., S. 254 erwähnte Beimengung von Bierhefe zu den Substraten (Jokisch, 1804) heute noch vielfach in Österreich von den Bauern geübt wird. An ihre Stelle tritt ev. Sauerteig. Die Fische sollen dabei gesund bleiben und eine größere Freßlust zeigen.

[2]) Bei den Fischen erfolgt eine Aufnahme von kalk- und phosphorsäurereichen Materialien natürlich auch vor der Dentation und der Reifeperiode der Genitalien (s. d. Notiz von W. Dröscher und mir, Ztschr. f. Fisch. 1897, 5 u. 6, S. 200).

[3]) Landw. Jahrb. 1886, S. 712.

ein großes Absorptionsvermögen besitzt (J. Koenig). — Wie intensiv die in Rede stehenden Gruppen im Fischkörper wuchern können, zeigen unsere mit anderweitigen Erfahrungen gut übereinstimmenden früheren Respirationsversuche mit Karpfenkot bzw. meine Untersuchungen des Sauerstoff- und Kohlensäuregehaltes der Futterplätze. Ganz besonders demonstrierten aber die mit Berliner Leitungs- und sterilisiertem Teichwasser angestellten Experimente, daß der Verdauungsschlauch der Cypriniden tatsächlich als eine reine Wucherstätte der Gärer und Fäulniserreger anzusprechen ist. Kein Wunder, bieten der hohe Alkaligehalt in Verbindung mit dem Reichtum an Nährmaterialien — vor allem gelöster organischer Substanz, Pepton, Zucker — und der Armut an Sauerstoff den anaëroben Gruppen doch selten günstige Existenzbedingungen! — Inwiefern die von den letzteren produzierte, wenn nicht direkt toxische, so doch keineswegs indifferente Kohlensäure an den bei der Mast in schlecht ventilierten, wenig tätigen Weihern beobachteten Blut- und Nervenkrankheiten beteiligt ist (s. S. 127), bedarf eingehender Untersuchungen. — Nach Maßgabe der ihnen dort gebotenen Lebensbedingungen — und die sind aus den im voraufstehenden Abschnitte ventilierten Gründen leider durchgehends nur allzu gut — wuchern die mit dem Kot ausgeschiedenen Spaltpilzgruppen im Boden üppig weiter, die besseren mehr und mehr verdrängend (s. Wagner, S. 346). Halten wir diesen Befunden die von de Varigny,[1]) besonders aber Semper an Schnecken,[2]) Hoffbauer, Klunzinger, Schillinger u. a. m. über den „Zwergwuchs“ bei Fischen gemachten Wahrnehmungen gegenüber, so wird uns der Zusammenhang namentlich dann sofort klar werden, wenn wir hören, daß die total degenerierten „Pitzlinge“ (S. salvelinus)[3]) einzig in den tiefsten Schichten der subalpinen Seen sich vorfinden (Gg. Rauch), C. Nicklas u. a.[4]) die geringe Wüchsigkeit dicht gesetzter Karpfen in stagnierenden Himmelteichen im Gegen-

---

[1]) „Recherches sur le nanisme exp. Contr. à l'étude de l'influence de milieu sur les organismes.“ Journ. Anat. Phys., XXX, p. 147 — 188, Zool. Jahrb. pro 1894, Herausg. v. d. Zool. Stat. Neapel, Berlin 1895, S. 56.

[2]) Verh. phys.-med. Ges., Göttingen, n. F., IV, „Nat. Existenzbed. d. Tiere“, Int. wiss. Bibl., Bd. 39, S. 204.

[3]) „Der Tiefseesaibling“, Allg. Fisch.-Ztg. 1901, S. 149, Abb.

[4]) D. F.-Z. 1882, 40, S. 320.

satz zu der guten durchströmter, R. Linke analoge Unterschiede zwischen bonitär besten und mageren (aber tätigen) Weihern[1]) betonen. In diesen Rahmen paßt ferner der von N. Zuntz ins Treffen geführte normale Abwachs in Dorf- und Rieselteichen ganz zwanglos hinein, denn unter regulären Verhältnissen haben wir in ihnen eben keine Fäulnisvorgänge mit toxisch wirkenden Produkten, sondern Umsetzungen und indifferente, ja nützliche Stoffe (S. 93 bis 98, 243 ff.).

Daß wir die von den Gärern produzierten schädlichen Substanzen so häufig chemisch, mitunter auch biologisch kaum nachzuweisen vermögen, dokumentiert ihr Fehlen durchaus nicht. (Wie oft erweisen sich nicht — von denen der Hunde und primitiven Völkerschaften ganz abgesehen — unsere im Grunde genommen wenig ausgebildeten Geruch- und Geschmacknerven allen Reagenzien bei weitem überlegen?) Hier muß also in Verbindung mit der biologischen die bakteriologische Analyse einspringen, sie wird uns deutliche Ausschläge geben.

Die in Rede stehende Aufnahme von Boden, Detritus, Pflanzenpartikeln usw. kann nun einmal deswegen erfolgen, weil die in diesen Materialien enthaltenen Stoffe: Salizyl (Hubad), Calciumoxalat (Stahl), ätherische Öle (Ludwig), Torfsäuren u. a. m. die Entwickelung der Schädiger hemmen, ebenso gut aber auch, weil der Boden infolge seiner „entgiftenden Eigenschaften" (J. Soyka)[2]) bzw. „Fäulniskraft" (Remy)[3]) allerhand organische Verbindungen, wie Indol, Skatol, Thymol, die Alkaloïde, Säuren, ungeformten Fermente u. a. m., zu absorbieren vermag (Falck u. Otto).[4]) Bei meinen diesbezüglichen Beobachtungen war mir

---

[1]) Jahrb. Sächs. Fisch.-Vereins pro 1895, Dresden 1896, No. 21, S. 40, D. Landw.-Pr. 1896, S. 323.

[2]) Archiv f. Hygiene 1884, 2, S. 281, J. Koenig, „Verunrein. d. Gew.", 2. Aufl., Berlin 1899, I, S. 268.

[3]) Zentralbl. f. Bakteriol., 2. Abt., VIII, S. 660, Ehrenberg, Landw. Jahrb., XXXIII, S. 1 ff., Wohltmann, Journ. f. Landw. 1904, S. 97.

[4]) Vierteljahrschr. f. gerichtl. Med. u. öff. Gesundheitspflege, 27 u. 29, Falck u. Otto, Chem. Zentralbl. 1892, I, 227, II, 225, 1893, I, 220, Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1894, S. 210. Wie groß diese Fäulniskraft auf tätigen Böden ist, sehen wir an den Rieselfeldern oder richtiger -teichen. Davon, daß dort Schädigungen durch die mit der Spüljauche angebrachten, nicht unbeträchtlichen Mengen von Desinfektionsstoffen beobachtet wurden, vermag ich in der Literatur

indessen die Bevorzugung der flachen, vom Wellenschlag gerade getroffenen Stellen, also der Partien auffällig, deren Untergrund aus naheliegenden Ursachen neben den größten Sauerstoffwerten auch die ansehnlichsten Quantitäten bester Bakterien enthalten mußte; der Bannkreis der Futterplätze bzw. Futterstraßen wurde, wie auch Morcinek, Giesecke u. a. bestätigten, im weitesten Umfange gemieden.

Die Vorschrift der Alten ging dahin, den mit den Surrogaten gut verkneteten, angefeuchteten Lehm in Brocken den Fischen vorzuwerfen, außerdem aber die Futterplätze jeweilig mit „Boden" zu überstreuen. Ob das Material zu diesem Zwecke, wie heute noch von den chinesischen Bauern (s. S. 92/93), besonders präpariert wurde, entzieht sich meiner Kenntnis. Derartig vorbereitete Futterklöße schließen neben einer Menge guter Fermente, je nach den Umständen, mehr oder minder respektable Sauerstoffquantitäten teils im luftförmigen, teils in absorbiertem Zustande ein (Boussingault u. Léwy,[1]) E. Wollny, A. Mitscherlich) Indem sie solchergestalt den aëroben Bakterien auch in corpore Wucherbedingungen schaffen, bahnen sie an Stelle der bisherigen Fäulnisprozesse Umsetzungen an, führen sie aber auch wohl dem in den feinen Äderchen der Darmwandungen strömenden Blute für die bisherige toxische ein Gemisch aus indifferenter Kohlensäure und Sauerstoff zu. Zu dem Gesagten paßt besonders in Anbetracht der wiederholt zitierten Bemerkungen von Schulz-Lupitz und Weber-Bremen nun wieder der Umstand, daß frischer, wie abgefaulter Kot, verrotteter Mist u. a. m. von der Fauna bis hinauf zu den Fischen gierig gefressen und ausgezeichnet verwertet werden. Das wußten die Ritter und Mönche ebensowohl wie heutigentags die Chinesen und unsere Fischer, und deswegen leiteten sie so häufig die Ausflüsse ihrer Aborte direkt in die Teiche, verwenden die Mongolen mit Vorliebe ein Gemisch von frischen Fäkalien und fein zerschnittenen oder zerquetschten, jungen Pflanzen als direktes Futtermittel. Um so schädlicher aber wirken faulende Fäkalien. — Zu erwähnen wäre

---

nichts zu finden, um so schädlicher aber wirken sie im Fluß oder See, weil hier dem Schlamme die entgiftenden Eigenschaften fehlen, und gerade sie sind in vielen Fällen, wie auch Mahnkopf und S. Schüler-Potsdam bestätigen, die Übeltäter.

[1]) Ann. de Chimie et de Physique, III, t. XXXVII, p. 1—50.

noch, daß nach Angabe gewiegter Praktiker, um junge, künstlich aufgepäppelte Forellen in den Bruttrögen oder -rinnen gesund zu erhalten, das Wasser derselben in Intervallen mit Gartenerde geschwängert werden soll, und daß weiterhin auch ein Verschlämmen der Eier namentlich mit gutem, tätigem, porösem Boden nicht mehr als Übel empfunden wird (H. Köttl, Hübner, Vogel).

Systematische Versuche größeren Stils sind, außer den früher genannten von Mahnkopf, in jüngster Zeit durch P. Vogel entriert worden. Über die Ausführung usw. schreibt mir derselbe freundlichst folgendes:

„Zur regelmäßigen täglichen Verfütterung von Lehm an Karpfen gelangte ich durch die Wahrnehmung, daß die für verschiedene Wirtschaften von mir aufgestellten Besatz- und Fütterungspläne sich bei den Abfischungen immer nur in Teichen mit Lehmboden oder lehmigem Sande oder gutem Ackerboden als richtig aufgestellt erwiesen. In Teichen mit Moorboden, moorigem Sand und reinem Sandboden hatte ich mich im Voranschlag stets verrechnet, trotzdem ich für solche Objekte ohnehin eine weit niedrigere Besatzziffer und ein höheres Futterquantum angeordnet hatte. Die Fische verbrauchten in diesen ärmeren Teichen pro Pfund Zuwachs immer mehr Kunstfutter, als in Weihern mit stark lehmigem Boden (s. dagegen Linke). Auch war die Freßlust anscheinend geringer, so daß die Fütterung in solchen Teichen riskanter erschien als auf stark lehmhaltigem Boden.

Da ein Bestreuen oder Überfahren der Moor- und Sandteiche mit Lehm, überhaupt eine Bodenmischung, in vielen Fällen zu teuer gekommen wäre, entschloß ich mich zu dem Versuche, das Futter regelmäßig mit Lehm zu vermischen. Ich verfüttere nur Mischfutter, und zwar 50 % gutes Fischmehl mit 50 % Lupinenschrot vermengt und gut angebrüht, mindestens mit kaltem Wasser abends gut durchfeuchtet (nicht durchnäßt); am Morgen ließ ich dazu stets 40 % des Volumens Lehm beigeben und die Gesamtmasse gut durchschaufeln, -kneten und -stechen.

Diese Mischung nahmen die Karpfen gierig auf und zeigten durch ihr schnelles Wachstum, daß es eine bessere Mischung gar nicht geben kann. In allen Wirtschaften, deren Oberleitung ich habe, wurden die einsömmerigen Karpfen bei normalem Futterverbrauch 1 bis $1^1/_2$, die pfündig ausgesetzten zweisömmerigen — je nach dem Standorte — aber $2^3/_4$ bis 3 bis $3^1/_2$, sogar 4 Pfund schwer. Ich bemerke dabei, daß das verschiedene Zuwachsgewicht als Folge verschiedener Belichtung im Teiche betrachtet werden muß (s. Sachs, Werckmeister-Köslin u. a. m.); es waren dadurch die Futterstellen unregelmäßig frequentiert, und es wuchsen an den am stärksten benutzten die Fische infolge Abdrängens ungleichmäßig ab. — Es könnte nun aus verschiedenen Gründen daran gezweifelt werden,

daß dem Lehm eine direkt ernährende Wirkung zuzuschreiben ist, wenn mir diese Wirkung nicht direkt bewiesen wäre. Ich habe nämlich mein Rezept auch in Teichen erprobt, in denen bekanntermaßen die Karpfen überhaupt nicht mehr wachsen wollten,[1]) so daß der Erbauer der Anlage infolge dieses Umstandes viel Geld verlor. Diese bei Luhnde gelegenen Moor- und Heideteiche wurden vierfach übersetzt, und zwar mit 30 000 Stück einsömmerigen und 30 Zentner zweisömmerigen Karpfen, sowie reichlich Schleien. Das Resultat der Fütterung war ein vorzügliches, denn die Fische erreichten die oben angegebenen Gewichte bei ganz normalem Futterverbrauch. — Wo Tatsachen reden, muß die Theorie um so eher schweigen, wenn sie keine beweiskräftige Erklärung findet.“

Bekanntlich hat auf Grund zahlreicher Beobachtungen J. Hubad die Hypothese aufgestellt, daß Lehm und Ton ihres Gehaltes an Salizyl halber zur Immunisierung gewisser Gewässer gegen die Krebspest sehr wesentlich beigetragen haben, bewährte sich fernerhin bei seinen bezüglichen Experimenten die an Salizylaldehyd besonders reiche Spiraea ulmaria als ausgezeichnetes Desinfiziens gegen die in Rede stehende Seuche. Da die von der letzteren durchweg verschont gebliebenen Bäche meiner engeren Heimat, sowie diverse nach wie vor krebshaltige im Teschener Rayon — beispielsweise die Seite 246 erwähnten — ebenfalls einen derartigen Untergrund besitzen, wandte ich mich an Herrn kaiserlichen Rat Professor Franke mit der Bitte um Angabe von Details. Derselbe schreibt mir freundlichst folgendes:

„Die betreffenden Gewässer — System der Laibach vom Ursprung bis inkl. Planina, der Rašica und etlicher kleiner Rinnsale — sind bis heute noch immun, haben den Krebsbestand wie ehedem. Lehmboden gibt es da, das ist richtig. Weiter ist Tatsache, daß in bewässerten Lehmgruben die Krebse gleichfalls immun blieben. Auffallend war folgender Fall in Egg ob Podpetsch: Zwei Karpfenteiche mit Krebsen übereinander, 1882 Seuche, 1883 nicht ein Krebs. In einer kleinen Lehmgrube über den Teichen, neben einer aufgelassenen Ziegelei, entdeckte ein Lehrer 1885 viele Krebse und pachtete die Stelle. 1888 sah ich den oberen Weiher ziemlich, den unteren schwach mit den Krustern bevölkert — eingesetzt hatte sie niemand, der Besitzer meinte, sie müßten aus der Lehmgrube, aus welcher bei starkem Regen etwas Wasser nach dem oberen Teich abfließt, zugewandert

[1]) Analoges berichtete mir außer Wernecke u. a. (s. S. 289) auch Mahnkopf aus Seen. In diesen Fällen handelte es sich zweifelsohne um „bakteriell abnorme“ Böden im Sinne Hiltners (Kleemüdigkeit der Böden), auf denen eine solche Zufuhr frischen Bodens natürlich doppelt günstig wirken mußte.

sein. Der Boden dieser Teiche ist aber auch gelber Ton. — Also doch Rätsel! — Im System der Kulpa blieb kein Bach verschont; hierher gehört die Rinnse von Gottschee, die 20 km in Luftlinie weit und 200 m hoch von der Kulpa versinkt. Die Seuche trat 1880 in der Kulpa auf und erreichte im August 1895 das letzte Rinnsal, welches weiter noch und bei 100 m höher ab der Kulpa ist als die Rinnse. In der Gurk erschien die Pest 1882 und erreichte im Juni 1897, also wieder nach 15 Jahren, das letzte Rinnsal eines kleinen Talkessels. Der Bach selbst versinkt, erscheint nach ca. 8 km Luftlinie etwa 60 m tiefer wieder und ist hier ganz verseucht gewesen, obwohl er auf einer Strecke von 25 km teilweise über Lehmboden fließt, um nochmals in mit Kalkfelsen durchsetztem Lehmboden zu verschwinden. — Die ebenfalls zu diesem System gehörige Rašica blieb dagegen, wie erwähnt, intakt. — Der lange, aber wasserarme Radulzabach hat viele kleine Zuflüsse, er verlor alle seine Krebse bald nach der Gurk, in die er auch einmündet, einzig im Oberlauf des Hauptarmes waren welche verblieben, der Bestand betrug aber noch 1893 knapp die Hälfte des ehemaligen (vor 1883); außerdem hatten die ♀ nur etwa $^1/_2$ und $^1/_3$ des normalen Eierbestandes. Weibchen mit ähnlichen großen Lücken in der Eiertraube sah ich 1888 in der Unz — System der Laibach —. Wahrscheinlich waren die Lücken im Eierstande und ein fühlbarer Rückgang der Krebsmenge im Kontakt mit der kraß und rasch auftretenden Seuche in den unten anschließenden Strecken. — In einem langen, mittelgroßen Bache, Temeniza, — derselbe versinkt zweimal bis zum Einfluß in die Gurk, — kroch die Seuche schneckenartig aufwärts (im Jahre nur 1 km) und beließ im obersten Lauf einige, darunter große Krebse. Die Seuche hat in Krain in einigen Varianten gespielt. Trotz aller Literatur alleweil noch Rätsel genug!“ —

Nun, ich meine, daß durch die jüngst von F. Schikora veröffentlichten exakten und systematischen Untersuchungen ein Teil der Rätsel schon gelöst ist und ein weiterer bald gelöst werden wird. Jedenfalls wären im Anschluß an die eben registrierten Untersuchungen Versuche mit frisch gestochenem Lehm denn doch zu empfehlen. Die Immunität der Krebse in der zweifelsohne noch nicht lange bewässerten Ziegelgrube gibt unstreitig zu denken, und die in den Bächen und Teichen lagernden Lehm- und Tonflöze ändern an der ev. Stichhaltigkeit der Hubadschen Theorie um dessentwillen schon nichts, weil aus naheliegenden Gründen das in ihrer obersten Schicht enthaltene Salizyl längst ausgelaugt und ausgewaschen sein mußte.

Die Moorgewässer.

Bezüglich der Moorgewässer habe ich das Wichtigste bereits in meinem Buche „Die Karpfenzucht", Neudamm, zusammengestellt, doch hat außer Seligo,[1]) Vogel[2]) und Giesecke[3]) niemand auf die von mir ausgegangene Anregung bisher recht eigentlich reagiert, und ist infolgedessen auch die ganze Frage in wissenschaftlicher Beziehung über den Standpunkt vom Jahre 1901 überhaupt kaum hinausgekommen.

Je nach der Art der Entstehung der Moore unterscheiden wir zwei schon durch die auf ihnen wachsende Vegetation gut charakterisierte, in chemischer und physikalischer Hinsicht scharf getrennte Arten, zwischen denen eine Unmenge von Übergangsformen existieren. Das zeigen die nachfolgenden, von M. Fleischer in den „Grundlehren der Kulturtechnik" von Ch. A. Vogler (Bd. 1, T. 1, Kap. II, S. 82 ff.) gemachten Angaben sehr deutlich:

In 100 Teilen trockenen Bodens wurden gefunden:

	Mineralböden				Humusboden, humoser Tonboden	Moorböden	
	Sand-	Lehm-	Ton-	Kalk-		Hochmoor	Niederungsmoor
	boden						
Organische Stoffe . .	0,47	4,63	8,54	12,06	21,40	93,29	84,18
Stickstoff	?	?	**0,26**	**0,25**	**0,78**	**1,30**	**3,35**
Mineralstoffe	99,53	95,37	91,46	87,94	78,60	6,71	15,82
Kali (K_2O)	**0,97**	**1,06**	**2,60**	**0,85**	**1,96**	**0,05**	**0,06**
Natron (Na_2O)	0,47	0,37	1,17	0,22	1,16	0,05	0,04
Kalk (CaO)	**0,19**	**2,86**	**5,97**	**29,96**	**1,94**	**0,23**	**4,06**
Magnesia (MgO) . . .	**0,05**	**0,88**	**2,22**	**0,48**	**1,71**	**0,23**	**0,25**
Eisenoxyd (Fe_2O_3) . .	0,20	5,20	4,60	1,16	4,11	} 0,60	4,68
Tonerde (Al_2O_3) . . .	3,10	7,04	15,12	6,82	15,20		
Kieselerde (SiO_2) . .	94,72	76,10	54,53	25,44	54,23	5,24	5,63
Schwefelsäure (SO_3)	Spur	0,01	0,17	0,10	0,01	0,20	0,87
Phosphorsäure (P_2O_5)	**0,05**	**0,18**	**0,20**	**0,22**	**0,20**	**0,08**	0,29
Kohlendioxyd (CO_2)	0	1,63	4,63	23,54	0,03	—	—
Chlor (Cl)	?	?	0,11	—	Spur	Spur	Spur

Um ein Bild von den in einem bestimmten Volumen der fraglichen Böden enthaltenen Stoffmengen entwerfen zu können,

[1]) Mitt. Westpr. Fisch.-Ver., Danzig, Febr. 1904.

[2]) „Ausführl. Lehrb. d. Teichw.", Bautzen 1905, Teil III.

[3]) „Aus d. teichw. Praxis", Hannover 1905 (sehr empfehlenswert!).

müssen wir das Volumgewicht derselben kennen, d. h. wissen, wieviel Trockenmasse unter gewöhnlichen Verhältnissen in einem aliquoten Raumteil Boden durchschnittlich enthalten ist.[1]) — Bei einem dem Pflanzenwuchs zusagenden Feuchtigkeitsgehalt enthält 1 cbm an festen Stoffen:

	Sand-	Lehm-	Ton-	Kalk-	Humoser	Hoch-	Flach-
		boden			Ton	moor	moor
ca kg	1500	1200	1000	800	600	**120**	**250**
Wassergehalt . .	10%	20%	35%	20%	40%	70%	65%

Aus diesen Daten und den Zahlen der vorstehenden Tabelle berechnet sich der „absolute“ Gehalt der Böden an verschiedenen wichtigeren Stoffen wie folgt: 1 cbm Boden enthält bei seinem durchschnittlichen Feuchtigkeitsgehalt:

	Mineralböden				Humusboden, humos. Tonb.	Moorböden	
	Sand-	Lehm-	Ton-	Kalk-		Hoch-moor	Flach-moor
	boden						
	kg						
Organische Stoffe . .	7	56	85	96	128	112	210
Stickstoff	?	?	2,6	2,0	4,7	1,6	8,4
Mineralstoffe	1493	1144	915	704	472	8	40
Kali (K_2O)	14,6	12,7	26,0	6,8	11,8	0,06	0,15
Kalk (CaO)	2,9	34,3	59,7	239,7	11,6	0,2	10,2
Phosphorsäure	0,8	2,2	2,0	1,8	1,2	0,1	0,7

„Die Zahlen der vorstehenden Tabelle zeigen ganz deutlich, wie gering der durchschnittliche Gehalt der Hochmoorböden an allen Stoffen den Niederungsmoorböden gegenüber ist; der Gehalt an Stickstoff kann im Hochmoorboden sogar weit geringer sein als in den humoseren mineralischen Bodenarten. Diese allermeist übersehene Tatsache erklärt es auch, warum so viele Hochmoorböden trotz des relativ hohen prozentischen Stickstoffgehaltes ihrer festen Bestandteile zur Hervorbringung befriedigender Ernten der Stickstoffzufuhr bedürfen, die bei den Niederungsmooren allermeist unnötig ist (Fleischer, a. a. O.). Hoch- und Niederungsmoore unterscheiden sich aber nicht bloß durch ihren Gehalt an Pflanzennährstoffen, sondern vielmehr dadurch, daß die ersteren gleich gewissen Heideböden neben gebundenen **freie Humussäuren** enthalten, welche zwar in nur geringen Mengen ins Wasser

[1]) Vergl. hierüb. a. Mitscherlich, Fühlings landw. Ztg., 49. Jahrg., H. 7, S. 260 ff., „Bodenkunde“, S. 94 ff.

auslaugen können — nach Ermittelungen von Tacke[1]) bloß etwa zu 0,02 % —, selbst in diesen homöopathischen Dosen indessen trotz eines Steuert[2]) das Tierleben um so empfindlicher zu schädigen vermögen, als sie — auch die unlöslichen tun das — starke chemische Reaktionen auslösen: Zersetzungen von Sulfaten, Chloriden, Phosphaten unter Freiwerden von Säuren, Brennen der Haut unter den Fingernägeln u. a. m. Ihnen ist daher im Heide- und Moorterrain besondere Aufmerksamkeit zu widmen und dabei auch die Angabe Vogels[3]) über die Oxydation und Unschädlichmachung dieser Säuren durch Rieselung auf weite Strecken experimentell zu prüfen. — Gerade hier in den Mooren besitzen wir übrigens in der chemischen Analyse ein ausgezeichnetes Mittel, uns über die Beschaffenheit, den Kulturwert, Nährstoffreichtum und damit über das Düngebedürfnis der verschiedenen Objekte Aufschluß zu verschaffen, und zwar in weit höherem und sicherem Maße, als das bei anderen Bodenarten der Fall ist.[4]) — Können wir die Ergebnisse der Analyse noch durch den Kulturversuch im Topf bzw. Kolben kontrollieren, so werden wir gerade bei den sehr einseitig zusammengesetzten Moorböden recht deutliche Ausschläge erhalten.

Die geschilderten Verhältnisse illustriert der nachstehend skizzierte Kulturversuch (Fig. 70) so deutlich, daß sich weitere Worte eigentlich erübrigen. Vorweg sei bemerkt, daß, mit Ausnahme des ersten, alle Gefäße genügend Kalk und Phosphorsäure in Form von entleimtem Knochenmehl feinster Mahlung erhalten hatten. Ferner muß gerade hierbei hervorgehoben werden, daß gemäß den Angaben von v. Seelhorst, Jahrb. d. D. Landw.-Ges. 1903, S. 257, verschiedene Spielarten unserer Kulturgewächse sich sehr leicht, andere dagegen recht schwer abweichenden Bodenverhältnissen anpassen.

Für Hochmoore ist in erster Linie die Kalkzufuhr maßgebend, denn es müssen eben vor allen Dingen Säuren, darunter besonders die aus Schwefeleisen und Schwefelkies bei Berührung mit der Luft sich bildende Schwefelsäure, neutralisiert, dann aber auch den nitrifizierenden Bakterien Wucherbedingungen geboten

---

[1]) Knauthe, „Die Karpfenzucht", Neudamm 1901, S. 204.

[2]) Natw. Ztschr. f. d. Land- u. Forstwissensch. 1903, H. 4, Walter, Fisch.-Ztg. 1904, No. 41 u. 42.

[3]) „Ausf. Lehrb. d. Teichwirtsch.", Bautzen 1905, III, S. 104 ff.

[4]) Tacke, Jahrb. d. D. Landw.-Ges. 1900, S. 208.

werden. Stößt der kohlensaure oder gelöschte Kalk auf überschüssige Humussäuren, so entsteht Calciumhumat, welches jedoch allmählich wieder in Karbonat übergeführt wird.

Während nach Steuert a. a. O. die Humussäuren angeblich

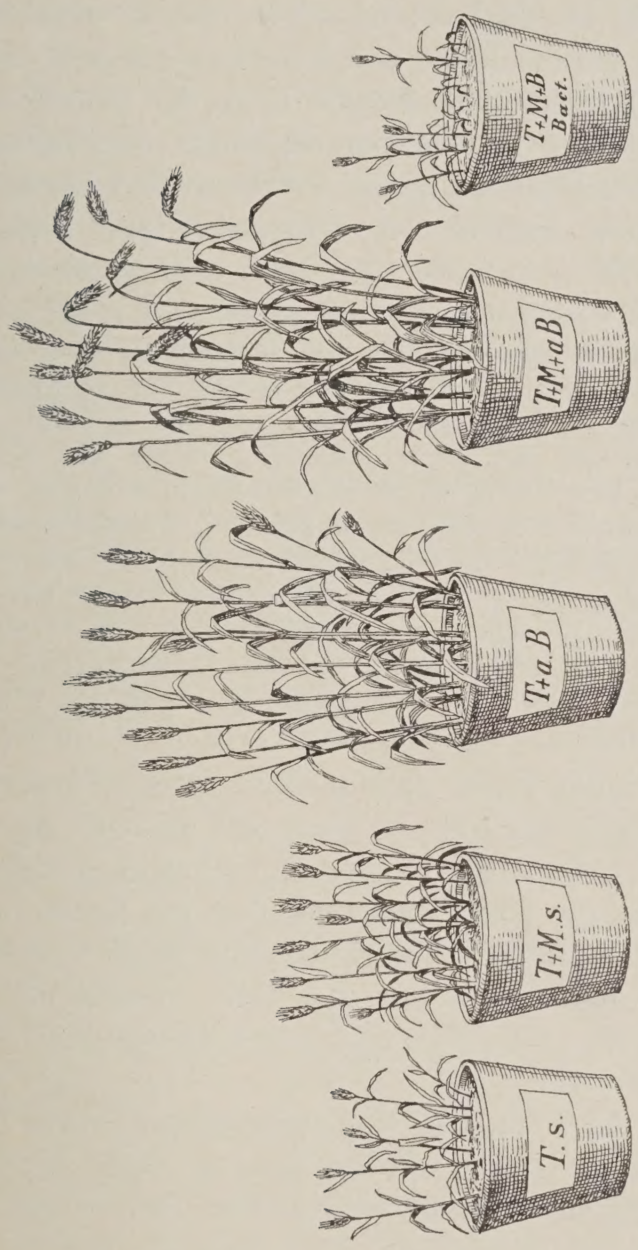


Fig. 70.

Kulturversuch mit Roggen in Hochmoorboden.

T s = sterilisierter Torfboden (hier war der CaO zusatz nicht genügend, die Säuren zu binden),
T + M s = sterilisierter Torfboden + sterilisiertem Mist (Poudrette),
T + a B = nicht sterilis. Torfboden mit Bakterien aus alter Kulturerde (s. Weber-Bremen),
T + M + a B = nicht sterilis. Torfboden mit verrottetem Mist und den genannt. Bakt. (s. Krüger-Halle),
T + M + B Bact. = nicht sterilis. Torfboden mit strohigem Mist und denitrif. bzw. Fäulnis-Bakt. (s. Wagner, Krüger u. a.). (Topf sehr feucht gehalten!)

ganz unschädlich für das Fischleben sind, vermutet derselbe (s. Tacke), daß sie, wenngleich nicht übermäßig stark, doch schwächere Säuren zu entbinden vermögen, die als Salze indifferent, in freiem Zustande giftig wirken. Das soll ganz besonders von den nach Seligo, Tacke u. a. gerade in Mooren oft überreichlich

vorhandenen Schwefelmetallen gelten, aus denen die Humussäuren alsdann Schwefelwasserstoff entbinden würden. — Daß H_2S in Moorteichen besonders im Winter häufig, in mitunter sogar recht beträchtlichen Mengen vorkommt und alsdann an den Fischaufständen hervorragend beteiligt ist, wissen wir längst, die Frage ist nur, ob die Humussäuren direkt, wie Steuert das will, oder ob sie nicht vielmehr indirekt durch Begünstigung der Wucherung schwefelwasserstoffbildender Organismen (Spirillum desulfuricans Beij. u. a.) bzw. der den Schwefel zu Schwefelsäure oxydierenden oder diese letztere wieder reduzierenden Gruppen (S. 227), endlich der Ammoniaklieferanten u. a. (s. S. 109) dabei sich betätigen.

Anzeichen von Fischaufständen nach J. Krizkowski (Deutsch. Fisch.-Ztg. 1882, No. 39): Ist das Wasser an der Oberfläche noch „rein“, die Vegetation am Grunde aber schon in Fäulnis übergegangen, erscheint zunächst die Corisca an den Wunen, ihr folgt 1 bis 2 Tage später die Nepa cinerea, endlich die Notonecta glauca. Diese drei zeigen die drohende Gefahr an. Werden diese Anzeichen nicht verstanden, so kommen Ranatra linearis und mit ihr vereinzelte Fische an die Oberfläche, weiterhin — während das Wasser schon faulig riecht — nach K. Mikuschkowitz allerlei Insekten, vornehmlich die Dytiscus-Arten. Wird endlich dem Hydrophilus piceus das Wasser zu schlecht, so kann man getrost annehmen, daß das Gros namentlich der wenig widerstandsfähigen Fische (s. S. 112/113) tot oder verendend am Rande liegt; er ist der Hiobsbote.

Weiterhin beraubt der Kalk doppeltkohlensaures Eisenoxydul seiner leichten Löslichkeit und Beweglichkeit und oxydiert es. In gleicher Weise wird Schwefeleisen in Gips und Braunstein zerlegt; endlich sorgt der Kalk für eine Zersetzung der im Boden vorhandenen organischen Substanz. Dabei entsteht (nicht toxische) Kohlensäure, die — ganz abgesehen von ihrer Bedeutung als Pflanzennahrung — auf die löslichen Mineralbestandteile der Ackerkrume lösend einwirkt.

Andernfalls kann der Kalk, unrichtig angewendet, gerade hier sehr leicht ein unliebsamer Geselle werden, denn er räumt mit dem aufgespeicherten Kapital an Stickstoff und Kali auf. Er beschleunigt den Umsatz der organischen Nhaltigen Verbindungen, fördert die Nitrifikation. Dabei können sich bei mangelnder Absorptionskraft des Bodens sehr leicht Ammoniakmengen verflüchtigen, wie auch wiederum durch Zusammentreffen von schwefelsaurem bzw. salzsaurem Ammoniak mit Kalk das leicht auswaschbare Chlorcalcium u. a. m. entstehen dürften. Ebenso wird bei einem Zusammentreffen von

Kalk mit Kalisalzen beispielsweise Chlornatrium in Chlorcalcium, und Soda, Gips in Chlornatrium und Glaubersalz übergeführt werden[1]).

Man sei also, gleichwie auf leichtem Boden, vorsichtig in der Dosierung des Kalkes und verwende lieber öfters kleinere Portionen als zu große auf einmal. 2 bis 3000 kg hochprozentiger Mergel, 100 bis 150 kg Kali und 75 bis 125 kg Phosphorsäure dürften für Hoch-, 100 bis 125 kg Kali und 60 bis 100 kg Phosphorsäure werden für Grünlandmoore allermeist ausreichen.[2]) Speziell auf ersteren werden dabei während der Sömmerung zweckmäßig die billigeren Rohphosphate, wie Algier- usw., verwendet werden, während auf den letzteren, weil ihnen infolge ihres Kalkreichtums die Säuren fehlen, guter Thomasschlacke der Vorzug gebührt. — Bei der Wichtigkeit der Phosphorsäurezufuhr gerade für Moorböden glaube ich die nachfolgende Zusammenstellung von Tacke und seinen Mitarbeitern hier rekapitulieren zu müssen.[3])

In Prozenten der Phosphorsäure gingen aus den einzelnen Phosphaten in Lösung (nach Minßen und Tacke):

Bezeichnung des Phosphates	Mit Wasser allein	Mit nicht gekalktem Moorboden	Nach Zusatz von 1 % Kalk und 7tägiger Wirkung d. Kalkes	Nach Zusatz von 2 % Kalk und 7tägiger Wirkung d. Kalkes	Nach Zusatz von 2 % Kalk und 7monat. Wirkung d. Kalkes	Nach Zusatz von 4 % Kalk und 7tägiger Wirkung d. Kalkes	In % der nicht löslichen Phosphorsäure der einzelnen Phosphate: Nicht gekalkt	In % der nicht löslichen Phosphorsäure der einzelnen Phosphate: Nach Zusatz von 1 % Kalk u. 7täg. Wirk. d. Kalkes
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Thomasmehl I 37,7 % zitratlöslich	—	82,37	32,64	17,44	21,69	2,56	82,37	32,64
2. „ II 70,02 % zitratlöslich	1,33	79,80	50,72	31,84	39,04	3,04	79,53	50,06
3. „ III 87,00 % zitratlöslich	1,92	83,14	62,40	43,68	50,24	5,44	82,81	61,66
4. Florida-Phosphat	2,51	90,05	14,40	Spur	0,96	Spur	89,79	12,20
5. Carolina-Phosphat	2,88	93,60	46,88	2,56	—	winz. Spur	93,41	45,30
6. Peace River-Phosphat . .	3,25	91,10	32,96	Spur	—	„ „	81,14	30,71
7. Mexiko-Phosphat	17,05	87,26	82,88	46,24	—	1,92	84,64	79,36
8. Aruba-Phosphat	3,10	97,36	53,92	2,88	—	Spur	97,55	52,45
9. Aves Guano-Phosphat . .	3,36	94,08	65,44	10,08	13,44	1,28	93,87	64,24
10. Algier-Phosphat	1,84	95,71	50,08	3,04	4,16	Spur	95,63	49,14
11. Cypli-Phosphat	0,0	93,02	21,60	Spur	—	winz. Spur	93,02	21,60
12. Phosphat aus Südfrankreich	1,62	78,91	39,52	1,92	—	„ „	78,56	38,52
13. Somme-Phosphat	—	89,57	31,04	Spur	—	„ „	89,57	31,04
14. Präpar. Phosphatmehl . .	—	88,13	24,64	„	2,50	„ „	88,13	24,64

[1]) Becker, „Leitf. d. Düngerl.“, Bautzen 1902, S. 104, M. Hoffmann-Berlin, „Düngungsversuche mit Kalk“, Arb. d. D. L.-G., H. 106, S. 12.

[2]) Tacke, Jahrb. d. D. Landw.-Ges., XVIII, S. 193.

[3]) Landw. Jahrb. 1898, Ergänzungsband.

„Zu diesen Versuchen wurde eine Probe aus dem Maibuscher Moor, ein ziemlich unvollkommen zersetzter Heidhumus, benutzt. Der Gehalt des frischen Moores betrug als Kohlensäure auf trockene Moormasse berechnet (s. S. 256) im Mittel mehrerer gut übereinstimmender Analysen 1,74 %. Zur Neutralisation dieser Humussäure waren auf 100 g trocken gedachten Moores 2,2174 g Calciumoxyd notwendig.“ (Tacke.)

Auf allen anderen Böden stellt sich dagegen die Wirkung der Rohphosphate nach Wagner[1]) folgendermaßen:

Gedüngt mit g Phosphorsäure	in Form von:	A						B*)					
		1892			1893			1892			1893		
		Ernte an Stroh g	Ernte an Körnern g	Phosphors. in der Ernte g	Ernte an Stroh g	Ernte an Körnern g	Phosphors. in der Ernte g	Ernte an Stroh g	Ernte an Körnern g	Phosphors. in der Ernte g	Ernte an Stroh g	Ernte an Körnern g	Phosphors. in der Ernte g
—		83,7	66,3	0,420	65,4	47,1	0,288	136,5	106,8	0,591	144,0	104,7	0,501
0,75	Superphosphat . .	**199,8**	**148,8**	**0,771**	**227,4**	**165,0**	**0,765**	**209,4**	**164,1**	**0,858**	**288,0**	**218,4**	**1,062**
1,50	Rheinischer Thomasschlacke	**254,7**	**196,5**	**0,966**	**262,0**	**216,3**	**1,155**	**241,5**	**195,3**	**1,110**	**294,9**	**237,6**	**1,569**
3,00	Somme-Phosphat .	78,6	62,4	0,435	58,2	40,8	0,252	151,5	111,3	0,558	146,4	100,5	0,510
3,00	Ciply-(Malogne-) Phosphat	75,3	61,2	0,426	61,5	44,1	0,294	145,8	110,4	0,534	145,8	95,7	0,486
3,00	Lütticher (Rocour-) Phosphat	85,5	63,6	0,423	65,7	47,7	0,291	145,5	107,7	0,540	144,3	95,7	0,507
3,00	Craie grise	83,4	64,5	0,435	67,2	48,9	0,318	147,9	111,9	0,597	151,2	100,8	0,513
3,00	Koprolithenmehl . .	88,8	65,1	0,438	75,0	58,5	0,348	156,6	115,5	0,609	159,9	111,0	0,564

*) Der Boden von Reihe B war durch Zusatz von 0,125 g Superphosphat-Phosphorsäure zu A P_2O_5 reicher gemacht worden.

Wo irgend angängig, wähle man für solche Böden übrigens präzipitiertes Knochenmehl (V. Burda) oder lieber noch, im Hinblick auf die durchaus günstigen Wahrnehmungen von E. Giesecke, Peruguano „Füllhornmarke“, letzteren besonders dort, wo es sich um permanente sommerliche Wasserdüngungen handelt. Die „Luftflora“ muß dabei natürlich kurz gehalten werden.

Bezüglich der Thomasschlacke achte man auf feine Mahlung und verlange man vor allem sowohl einen hohen, garantierten Gehalt von „zitratlöslicher“ Phosphorsäure wie auch eine Gewähr für Freisein von Beimengungen. Die nachfolgenden, sich mit denen von Märcker[2]) deckenden Befunde Wagners dürften nicht nur die Landwirte interessieren:

---

[1]) „Düngungsfragen“, 3. Aufl., Berlin 1896, Heft I, S. 6 ff., Berlin 1904, Heft V, S. 46 ff.

[2]) Deutsch. Landw. Presse 1895, No. 82.

Thomas-schlacken-Feinmehl aus Mahlwerk	Gehalt an Gesamt- Phosphorsäure %	„zitratlöslicher" Phosphorsäure %	Von je 100 Teilen Gesamtphosphorsäure sind zitratlöslich Teile	Setzt man die Zitratlöslichkeit der im Thomasmehl 1 enthaltenen Phosphorsäure = 100, so berechnen sich für die übrigen folg. Zahlen:	Setzt man die durch den **Vegetationsversuch** gefundene „Löslichkeit" der im Thomasmehl 1 enthaltenen Phosphorsäure = 100, so berechnen sich für die übrigen Thomasmehle folg. Zahlen:
1.	8,49	8,44	99	**100**	100
2.	16,84	14,17	84	**85**	80
3.	18,04	14,48	80	**81**	72
4.	16,34	11,68	71	**72**	72
5.	18,56	13,47	73	**73**	66
6.	18,49	13,91	75	**76**	63
7.	23,90	9,28	39	**39**	40
8.	22,78	10,79	47	**48**	38
9.	24,62	10,34	42	**42**	38
10.	19,57	8,67	44	**45**	31
11.	24,29	9,12	38	**38**	30

Gerade auf den sauren Hochmooren wirkt übrigens nicht aufgeschlossenes, gemahlenes Knochenmehl, und bewähren sich die an dreibasischem, phosphorsaurem Kalk so reichen Tierkörper-, Knochen-, Muschelmehle, Fisch-, Walfischguanos usw. recht gut, vorausgesetzt, daß sie nicht allzu fettreich sind (s. S. 191).

Bezüglich der leicht löslichen Phosphorsäure sei hier gleich noch folgendes bemerkt: Allgemein wird angenommen, daß deren Wirksamkeit, wie durch Eisen und Tonerde, auch durch Kalk sehr wesentlich beschnitten werden könne. Die Phosphorsäure des Superphosphats ist bekanntlich wasserlöslich und leicht der Gefahr ausgesetzt, beim Zusammentreffen mit Kalk schwerer löslich zu werden, während dies bei dem mit Kalk gesättigten Thomas- und Knochenmehl weit weniger zu befürchten ist. Die von Kellner und Böttcher-Möckern[1]) und B. Schulze-Breslau[2]) angestellten Versuche zeigen nun, daß eine gleichzeitige Kalkung die Wirkung der wasserlöslichen Phosphorsäure sehr wenig beeinträchtigt, die der zitronensäurelöslichen des Thomasmehles schon mehr, am stärksten aber diejenige des Knochenmehles. Kohlensaurer Kalk war dabei, im Herbste gegeben, weniger nachteilig als gebrannter.

[1]) Wagner, „Düngungsfragen", Berlin 1904, V, S. 57.
[2]) Landw. Vers.-Stationen 1905, Emmerling, D. L. P. 1904, 14.

Thénard[1]) war der Meinung, daß die Phosphorsäure nur an Eisen und Tonerde gebunden sei; das stimmt aber nicht, vielmehr schlägt sie sich lieber an Kalk. Doch hat Gerlach[2]) wohl recht mit der Annahme, daß, je ärmer ein Boden an jenen beiden Substanzen ist, desto löslicher auch die Phosphorsäure bleibt.

Gleichwie dem Kalk nachgerühmt wird, daß er die Bildung von schwer löslichen Eisenphosphaten hindere, überträgt man diese Eigenschaft auch auf die Magnesia, die ihn überhaupt in vielen Stücken substituieren kann.[3])

Noch weit mehr als auf den Mineral-, steht auf den Moorböden die Stickstoffzufuhr im Brennpunkt des Interesses. „Ein kleiner Teil des natürlichen Stickstoffs, vielleicht einige Prozente des Gesamt-N, gehen leicht in aufnehmbare Pflanzennahrung über, der Rest ist aber außerordentlich schwer zersetzbar.“ Zwar werden auch hier die nitrifizierenden Bakterien mit ihrem ganzen Anhange tätig sein. Aus den im voraufstehenden enthaltenen Angaben folgt aber, daß sie sehr häufig brach gelegt werden bzw. gerade hier nicht kräftig genug eingreifen können und, wenn nun auch von Tacke eine relativ beträchtliche Stickstoffanreicherung durch bakterielle Einwirkungen im Moorboden konstatiert wurde,[4]) Charlotte Ternetz[5]) im Torf einen Mycelpilz nachwies, der in stickstofffreier Dextroselösung eine außerordentlich hohe Stickstoffassimilation ergab, so ändert dies an dem Stickstoffhunger der Hoch- und hochmoorartigen Übergangsmoore doch gar nichts. Hier würden, wie das Beispiel Hollands zeigt, die städtischen Effluvien ausgezeichnete Dienste leisten, und hier ist demgemäß auch die Propaganda von Bonne[6]) für die diesbezügliche Verwertung der Fäkalien nur mit Freuden zu begrüßen. Sehr gut bewähren sich auf derartigen Böden auch verrotteter Mist in Verbindung mit

---

1) M. Hoffmann, „Düngungsvers. mit Kalk“, Arb. d. D. L.-G., H. 106.

2) Landw. Jahrb. 1902.

3) M. Hoffmann, „Düngungsversuche mit Kalk“, Arb. d. D. L.-G., H. 106, S. 13.

4) Landw. Jahrb., Bd. 18 (1899), S. 439—462.

5) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 22. Jahrg. (1904), H. 5, S. 267—274.

6) „Neue Unters. üb. d. zun. Verunr. d. Unterelbe“, Leipzig 1902, „Die mil. Bedeut. d. Reinh. uns. Gew.“, Leipzig 1902, Ztschr. f. Fisch., XII, 1—2, u. a. m.

alter Kulturerde, Kompost, kompostierter Sielschlick, Straßenkehricht u. a. m. insofern, als sie ganz wesentlich die bakterielle Tätigkeit fördern und dadurch zur Erschließung der organischen Massen beitragen.[1]) Leider fehlen uns diese Substrate allermeist. Wir werden daher entweder zum Zwischenfruchtbau resp. zur Wechselwirtschaft mit starker Betonung der Gründüngung[2]) oder zur regelmäßigen Zufuhr von konzentrierten, stickstoffhaltigen Düngemitteln, womöglich animalischen Ursprungs, greifen müssen. Von dem Chilisalpeter ist man in Praktikerkreisen nun einmal nicht erbaut (s. S. 52/53), betont vielmehr, daß gerade auf Moorböden gute Kadaver-, Knochen-, Blut-, Klauen-, Hautmehle, Fisch-, Walfisch-, nach Giesecke besonders Peruguano (Füllhornmarke) weit sicherer und besser wirken, zumal dieselben ja neben dem Stickstoff noch eine Menge Aschenbestandteile dem Boden zuführen.

Eine sehr hoffnungsvolle Perspektive eröffnen uns hier die soeben von Müntz und Lainé veröffentlichten Versuche über „Salpetergewinnung aus Torf“, durch welche das Seite 46 und 236 von mir Gesagte in allen Punkten bestätigt wird.[3]) Die Forscher benutzten zu ihren Versuchen mehr oder minder stark zersetzte Torfe, die in Stücke geteilt, gekalkt, mit schwefelsaurem Ammoniak und nitrifizierenden Bakterien versehen wurden. Die Salpeterbildung verlief äußerst rapide, um so rascher, je leichter, schwammiger und weniger zersetzt das Material war. Die in 24 Stunden gebildete Nitratmenge stellte sich auf **6,5** kg pro 1 cbm oder 8mal so hoch wie in den früheren Versuchen

---

[1]) C. A. Weber-Bremen, Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moork. i. Deutsch. Reiche 1894, S. 312, 1895, S. 19. Das betonte Salfeld von jeher und betont jetzt Giesecke für die Teichwirtschaft ganz ausdrücklich. Gerade die meist piscikulturell verwerteten Übergangsmoore geben, gehörig gekalkt, geimpft und durch Gründüngung melioriert, oft erstaunlich hohe und sichere Erträge (s. Kap. III, Vorbem.). Bekanntlich hat der Straßenkehricht, den wir zurzeit gar nicht anders zu verwerten wissen, als daß wir ihn verbrennen, weil sein Gehalt an Fermenten den an Nährstoffen weit übertrifft, sehr viel zu dem blühenden Stande der Veenkultur in Holland beigetragen. (J. Frost, „Agrarverf. u. Landw. i. d. Niederl.“, Berlin 1905, S. 42, Reinders, „Landbouw en veeteelt“, Amsterdam.)

[2]) P. Wagner, „Düngungsfragen“, II, Berlin 1896.

[3]) Bull. d. Séances d. l. Soc. nat. d'Agricult. de France 1906, H. 6, Mitt. d. D. L.-G. 1906, St. 40.

mit Knochenkohle bzw. 1000mal so hoch wie bei den von Boussingault u. a. verwendeten Herden.

Als ein sehr wesentliches Moment fällt gerade bezüglich der Nitrifikation die von Wernecke[1]) u. a. betonte leichtere Erwärmbarkeit der Moore ins Gewicht. Nach den schon oft angezogenen Versuchen von Schloesing und Müntz, Warrington[2]) u. a. geht die Salpeterbildung wie auch die Oxydation des Kohlenstoffes der organischen Stoffe[3]) unter 5° nur äußerst träge vor sich, bei 12° ist sie deutlich wahrnehmbar, bei 37 erreicht sie ihr Optimum und bei 55° C hört sie völlig auf.

Über den Einfluß der Farbe auf die Erwärmung des Bodens belehrt uns die nebenstehende Tabelle von Schübler.[4])

Erfahrungsgemäß laufen im Frühling ceteris paribus die Saaten in einem dunkeln Boden früher auf, als in einem hellen.[5]) Praktisch hat sich die Gartenwirtschaft den Einfluß der Farbe auf die Erwärmung zunutze gemacht, indem man Boden mit Schieferstaub oder Kohlenpulver bedeckte, um Trauben oder Melonen früher zur Reife zu bringen.[6])

---

1) Wernecke, Fisch.-Ztg. 1903, No. 13, S. 196, demgegenüber Giesecke, ebenda, VI, No. 14, S. 216: „Die Wasserwärme in den Hellendorfer Moorteichen ist nicht wesentlich verschieden von derjenigen in anderen Teichen. Zur Vergleichung teile ich die mittleren Wärmezahlen eines Teiches bei Lingen an der Ems mit, welcher einen ständigen Wasserdurchzug von 10 l pro Sekunde hat:

1902	Teich bei Lingen	Teich bei Hellendorf
Mai 20.—31.	16,00 C	17,04 C
Juni 1.—30.	19,87 „	20,93 „
Juli 1.—31.	19,29 „	19,42 „
August 1.—16.	16,00 „	16,81 „

Wenn der Herr Kritiker größere Abweichungen konstatiert hat, so hat er wahrscheinlich die Temperatur im Bereiche der Ufer-Ausstrahlung gemessen.“

2) Chem. News, 68, S. 175.

3) J. v. Fodor, „Hyg. Unt. üb. Luft, Bod. u. Wasser“, Braunschweig 1882, E. Wollny, Zentralbl. f. Agrikulturchemie 1884, S. 796, Th. Schloesing, Compt. rendus 1878, t. 77, pag. 203 u. 353.

4) „Grunds. d. Agrikulturchem.“, II. T., S. 88—89, A. Mitscherlich, „Bodenkunde“, S. 28 ff., C. Lang, „Üb. Wärmeabsorpt. u. -emission d. Bod.“, Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., I, S. 383—407.

5) E. Wollny, ebenda, Bd. 20, S. 324 ff.

6) Derselbe, l. c., Bd. I, S. 43—45.

Bodenarten	Bei natürl. gefärbt. Oberfläche bei		Bei trocken. Boden bei	
	nassem	trocken.	weißer	schwarz.*)
	Boden		Oberfläche	
Bittererde, rein weiß	28,1**)	34,1	34,1	39,7
Kalkerde, weiß	28,5	34,4	34,3	40,4
Gips, weißgrau	29,0	34,9	34,8	41,0
Lettenartiger Ton, gelblich . .	29,4	35,3	33,9	39,8
Ackererde, grau	29,2	35,4	33,6	40,0
Lehmartiger Ton, gelblich . .	29,8	35,6	33,7	39,6
Kalksand, weißlich-grau . . .	29,9	35,6	34,6	40,9
Kleiartiger Ton, gelblich-grau .	29,9	35,7	33,5	39,3
Quarzsand, hellgelblich-grau . .	29,8	35,8	34,6	40,7
Feiner, bläulich-grauer Ton . .	30,0	36,0	33,0	39,1
Gartenerde, schwärzlich-grau .	30,0	36,2	33,9	40,2
Schiefriger Mergel, bräunlich-rot	31,0	37,0	33,9	40,6
Humus, bräunlich-schwarz . .	31,8	37,9	34,0	39,5

*) War gefärbt worden.

**) Vorstehende Zahlen geben die Temperatur in Graden R an, auf welche sich der Boden bei einer Lufttemperatur von 20° (R) erwärmte.

Die Wechselwirtschaft erleichtert uns hinwiederum einmal eine bessere Zersetzung und Durchwärmung der Massen, dann aber auch den Kampf gegen die in Moorteichen besonders üppig wuchernde Teichstreu, die hier aus früher entwickelten Gründen weit nachteiliger wirkt als anderwärts. Da die Leguminosen auf derartigem Terrain aus Mangel an Knöllchenbakterien nicht recht gedeihen wollen, impfe man die mit ihnen zu bestellenden Flächen entweder mit dem von Hiltner jetzt wesentlich verbesserten „Nitragin"[1]) oder zweckmäßiger noch nach dem alten Salfeldschen Verfahren mit Kulturerde von solchen Schlägen, auf denen Leguminosen bereits kräftig wucherten. Gerade der Moorboden ist für jede Zufuhr besserer Erde äußerst dankbar. — Über die Poudrette, die anderenfalls eines der bequemsten Meliorationsmittel für die in Rede stehenden Flächen abgeben würde, ist näheres bereits Seite 251 gesagt worden.[2]) Hoffentlich

[1]) „Neuere Unt. üb. d. Wurzelkn. d. Legum. u. der. Erreg." von L. Hiltner u. K. Stoermer, Arb. a. d. Biol. Abt. f. Land- u. Forstw. a. Kais. Gesundheitsamte, Berlin 1903, Bd. III, H. 3; Mitt. d. D. Landw.-G. 1903, St. 13; Remy, „Stickstoffb. d. Legum.", Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte, 74. Vers., Leipzig 1903, S. 200 ff.

[2]) P. Wagner, „Die Düngung mit schwefels. Ammoniak u. org. Stickstoffdüngern usw.", Arb. d. D. L.-G., H. 80; „Die Frankfurt.

gelingt es unserer rührigen Industrie recht bald, diese empfindliche Lücke in der Verwertung der Abfallstoffe zu beseitigen.

Eine kaum minder wichtige Rolle als die Dünger- spielen im Moorboden bekanntlich die Wasserverhältnisse. Für unsere speziellen Zwecke wird ein Moorboden eigentlich nie intensiv genug entwässert werden können. Anders aber verhält es sich auf einem solchen Gelände, dessen zeitweise landwirtschaftliche Benutzung durch den sehr empfehlenswerten Zwischenfruchtbau oder mehrjährige Sömmerungen vorgesehen ist. Hier ist zu bedenken, daß ein Moorboden mit 60 bis 65 Gewichtsprozenten Wasser nicht mehr imstande ist, die auf ihm wuchernden Pflanzen hinreichend mit Wasser zu versehen.[1]) Eine ganze Reihe von Moorböden, namentlich die aus faserigen, schlecht zersetzten Pflanzenresten bestehenden, gehen nach der Entwässerung unter dem Einfluß der Atmosphärilien ferner einem lebhaften Zersetzungsvorgange entgegen. Mit diesem sind Verdickungen und Sackungen des Moores verbunden, die so stark sein können, daß die Vorflut nicht mehr ausreicht. — Für die Entwässerung der Moore wähle man übrigens außer den jetzt allgemein üblichen Gräben nach dem Vorschlage von Tacke (a. a. O. S. 210) Drains aus mit Zinkdraht zusammengebundenen Durchforstungsstangen.

Ob wir bei den Moorböden Sandmischkulturen vornehmen sollen oder nicht, hängt ganz von den Umständen ab, jedenfalls werden wir oft genug nach dem Vorgange von H. v. Debschitz[2]) zu diesem Verfahren greifen müssen, wenn wir entweder die Fischerei hindernde, große, schwimmende Torfmassen festlegen oder nach Vogel[3]) eine bessere Erwärmbarkeit des Bodens erzielen wollen. Nach Giesecke ist dieselbe auf Hoch- und Übergangsmooren in Verbindung mit dem Aufbringen von Impf- (alter Kultur-) Erde unter allen Umständen zu begünstigen, sie hebt dort die Erträge nicht nur spontan, sondern macht sie auch nachhaltig.

Poudrette“, Mitt. d. D. L.-G. 1901, St. 51, s. a. F. Fischer, „Das Wasser“, S. 263 ff., J. Koenig a. a. O., II, S. 134 ff., u. a. m.

[1]) B. Tacke, Jahrb. d. D. Landw.-Ges., XVIII, S. 208 ff.

[2]) Kurz. Anl. z. Fischz. i. Teich.“ 1897, D. F.-Z. 1897, No. 21.

[3]) Vogel, „A. Lehrb. d. Teichw.“, Bautzen 1905, III, S. 53 ff., S. 60 ff. Das steht weder mit dem S. 372 Angegebenen, noch mit anderweitigen Erfahrungen in Einklang. Gleichwie die künstlichen Decken eine Isolationsschicht für den Wasserdampf bilden, sind sie infolge der geringeren Wärmekapazität und der geringen Wärme-

Mit allen praktischen Erfahrungen im Widerspruch zu stehen scheint das von Mitscherlich a. a. O., S. 291 und 292 betonte Faktum, daß, weil seine nutzbare Oberfläche durch die Beimengungen geringer wird, das besandete Moor, gleiche Verhältnisse vorausgesetzt, niedrigere Erträge bringt als das unbesandete. Die nachfolgenden Befunde von Wollny, bei denen die Produktivität des letzteren gleich 100 gesetzt wurde, bestätigen das durchaus:[1])

Kulturpflanzen	Versuchsjahr	Hochmoorboden			Niederungsmoorboden		
		unverändert	mit Sand		unverändert	mit Sand	
			gemischt	bedeckt		gemischt	bedeckt
Winterroggen . . .	1893/94	100	90	77	100	87	75
Sommerroggen . .	1892	100	98	87	100	86	85
„ . .	1895	100	98	80	100	91	78
Sommerweizen . .	1894	100	69	58	—	—	—
Sommerraps . . .	1893	100	79	70	—	—	—
„ . . .	1895	100	72	73	100	72	61
Leindotter	1894	100	54	37	100	78	62
„	1895	100	85	51	—	—	—
Erbse	1893/95	100	101	108	100	87	73
Buschbohne . . .	1895	100	85	67	—	—	—
Kohlrübe	1896	100	62	53	100	71	60
Kartoffel	1896	100	83	73	100	88	83
Gräsergemisch (Heu)	1896	100	72	39	—	—	—
Rotklee (Heu) . .	1896	100	88	78	—	—	—
Im Mittel		100	82	68	100	83	72
Mindererertrag		—	18	32	—	17	28
Wahrscheinlicher Fehler einer Beobachtung ±		—	9,8	12,6	—	5,6	7,5

Von der Deckkultur möchte ich dagegen um dessentwillen abraten, weil diese die in derartigen Gewässern regelmäßig eintretenden Reduktionsprozesse unterstützt, zu deren Vermeidung

leitungsfähigkeit der Luft eine Isolationsschicht für die Wärme (Mitscherlich a. a. O., S. 224 ff., 288). Der Boden wird so unter einer Bodendecke viel geringeren Schwankungen ausgesetzt sein, als wenn diese nicht vorhanden ist, er erwärmt sich demgemäß im Frühling langsamer, kühlt aber auch im Herbst weniger rapide ab (E. Wollny, Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., Bd. XIII, S. 163 ff.).

[1]) Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., Bd. XX, S. 201—205.

wir — und das gilt namentlich für die Streich-, Brutvorstreckteiche, aber auch die Winterungen — oft genug zur gründlichen Kultur durch Pflug, Grubber und Egge werden greifen müssen.[1]) Leider wollen viele stark zersetzte Moorböden dabei gar nicht mehr die so erwünschte Krümelstruktur annehmen, da hilft man sich denn nach Tacke derart, daß man bei jeder Bearbeitung den Pflug etwas tiefer fassen läßt.

In vielen Stücken den Moorwässern ähnlich sind die der Heide. Auch sie besitzen reichlich Gerb-, Humussäuren, schädliche Eisenverbindungen u. a. m., und sie verlangen ebenfalls, wenn anders sie produktiv bleiben sollen, eine alljährlich wiederholte, reichliche Zufuhr von Stickstoff, Phosphorsäure und Kali nach einer voraufgegangenen hinreichenden, aber doch nicht übermäßigen Kalkung. Nur in einem Punkte unterscheiden sie sich wesentlich: das, wovon die Moore zu viel haben, das Wasser, fehlt ihnen gründlich. Tausende von Hektaren ließen sich noch durch die Fischzucht verwerten, wenn nur genügend Wasser vorhanden wäre. Daß bei den Entwässerungen der Moore Fehler begangen wurden, und daß die zurzeit nutzlos abfließenden Wassermengen zur Bewässerung von Heideterrain verwendet werden könnten, soll zugegeben werden, obwohl das durchaus nicht allerorts zutrifft.[2]) Das sind aber nur kleine Mittel, durchgreifende Abhilfe könnte hier einzig ein recht engmaschiges Kanalnetz bringen.

Typisch für diese Kategorie von Teichen ist ihre große Armut an allen Nährstoffen, vornehmlich an organischer Substanz, während gleichzeitig der Boden, sowie nur die antiseptisch wirkenden Gerb- und Humussäuren durch Kalk-, Magnesia- und andere Basen abgestumpft und die nötigen Organismen, sei es mit dem Wasser, sei es durch Impfungen, aufgebracht werden, unter die tätigsten gerechnet werden muß. So verschwindet unter der Einwirkung der genannten Faktoren die Humuskrume im Handumdrehen, und werden die Flächen, wenn die Zuschwemmungen eben nicht — wie in Geeste bei Lingen und an einigen anderen Stellen — verhältnismäßig reich gerade an humosen Bestandteilen sind, derart arm, daß einzig fortgesetzte intensive Düngungen bzw. Fütterungen

[1]) Üb. d. Moorkult. s. Fleischer in Ch. A. Vogler, „Grundl. d. Kulturtechn.“, 3. Aufl., Berlin 1903, Bd. I, 1. T., S. 91—106 u. 162—165, Bd. I, 2. T., S. 344—377.

[2]) P. Vogel, „Ausf. Lehrb. d. Teichw.“, Bautzen 1905, III, S. 106 ff.

oder ein regulärer Wechselbetrieb noch Erträge ermöglichen, und das um so eher, als infolge des fehlenden Absorptionsvermögens die Sickerwässer erhebliche Verluste bedingen (s. S. 382).

In heißen Jahren fehlt es infolge der großen Durchlässigkeit des Bodens und der oft genug geringen Ergiebigkeit der Zuflüsse nicht selten am Nötigsten, dem Wasser, während sich andererseits als Produkt der reichlich vorhandenen Pentosane (aus der Erika usw.) die Denitrifikationsprozesse breit machen.

Endlich werden die Grundwasserverhältnisse bei nicht wenigen von diesen Heideteichen durch den oft recht flach liegenden Ortstein (Bleisand) ungünstig beeinflußt. Die Objekte versauern, wenn nicht durch den Dampfpflug bzw. die Rabattkultur Abhilfe geschaffen wird; außerdem treten, da Eisen genügend vorhanden ist, zugleich mit anderen Sulfiden Schwefeleisen auf u. a. m. Kein Wunder, wenn auf Grund aller dieser Momente Giesecke folgenden Satz aufstellt: „Das in der Provinz Hannover vorhandene Wasser wird gerade hinreichen, die dort befindlichen Moorflächen teichwirtschaftlich auszunutzen. Solange solche noch brach liegen, sollte man mit der Anlegung von Teichen auf Sand zurückhalten. Ich bin überzeugt, daß der letztere fischereilich nicht die Erträge des Moorbodens bringen kann, wenn die Aufwendungen für Meliorationen die gleichen sind. In dem großen Vorrat an organischen Stoffen und an Stickstoff ist wahrscheinlich die Ursache der nachhaltigen Leistungsfähigkeit der Moorböden zu suchen. Bei Teichanlagen haben wir es ja meistens mit flachem Übergangsmoor zu tun, das mit Sandmischung die schönsten Erträge liefert. Freilich kommt alles auf den Kostenpunkt an. Doch, wenn Niederungs- und Übergangsmoor Sand aus den im Teichboden anzulegenden Gräben oder ohne große Kosten von den Rändern her erhalten kann, dann ist die Wirkung überraschend. Viel zu wenig Wert wird in der Praxis auf die Bodenimpfung gelegt. Soll der Moorboden tätig werden, so ist neben Sandmischung die Zuführung alter Kulturerde, wie uns das schon Salfeld gelehrt hat, von größter Bedeutung. Das sind die Vorbedingungen, um dann zur Gründüngung übergehen zu können."

Die Bilanz des Wassers, speziell des Teiches.

Daß die Bilanz des Wassers eine ausgesprochen negative ist, eine noch weit negativere als diejenige des Ackers, habe ich bereits verschiedentlich betont, ohne jemals dafür den Beweis erbracht zu haben.

Bessere Dorfteiche produzieren nach Walter u. a. pro Hektar 400 kg Fischfleisch. In 1 kg Karpfenfleisch (inkl. Schuppen, Gräten und Eingeweiden) sind nach der Analyse von Hanamann[1]) enthalten: 11,90 g Kalk, 11,63 g Phosphorsäure, 1,495 g Magnesia und 3 g Stickstoff neben sehr wechselnden Fettmengen, die teils dem Fett der Nahrung entstammen, teils aber auch aus Kohlehydraten gebildet sein können.[2]) Eine Ernte von Fischfleisch würde also dem Teiche allein entziehen:

12,0 kg N, 4,76 kg CaO, 0,6 kg MgO, 4,65 kg P_2O_5.

Um diese „Ernte", d. h. einen reinen Zuwachs von rund 300 kg, zu ermöglichen, waren aber bei einer Durchschnittstemperatur von 18° C nach den von mir unter Leitung von N. Zuntz ausgeführten Respirationsversuchen[3]) pro 1 kg 7 bis 8000 g der im besten Plankton bzw. der Ufer- und Grundfauna und -flora vorhandenen organischen Substanz notwendig. Das ergibt bei einem Aschengehalte von zirka 20 (s. d. Analysen von Brand,[4]) Morawski,[5]) Cronheim[6]) und einer Verdaulichkeit von 90% $300 \times 10 = 3000$ kg trockener oder 10000 kg feuchter Substanz. Nach V. Hensen braucht nun ein Kopepode zu seiner Ernährung mindestens das Zwölffache seines Gewichtes an der in den Algen usw. enthaltenen organischen Substanz.[7]) Nehmen wir für das von dem Karpfen verspeiste Konglomerat diese Minimalzahl an, so ergäbe das rund 36000 kg oder 360 dz (à 100 kg). Diese an die Erträge mittlerer Rübenschläge

---

1) J. Šusta, „Die Ernährung des Karpfens u. s. Teichgen.", 2. Aufl., Stettin 1906, S. 93.

2) Zuntz, Verh. phys. Ges. Berlin, 15. Dezember 1897, Ztschr. f. Fisch. 1898, No. 4.

3) „Karpfenzucht", S. 194.

4) Wissensch. Meeresunt., n. F., Bd. III, S. 43—90.

5) A. Gasch, „Beitr. z. Teichwirtsch.", Stettin 1896, S. 36.

6) „Die Teichfütterungsvers. in Hellendorf u. Geeste im Sommer 1903", Fisch.-Ztg. 1904, No. 45 (Kurve).

7) „Üb. d. Best. d. Plankt. oder des im Meere treib. Mat. a. Pflanz. u. Tier.", 5. Ber. Komm. z. Unters. d. deutsch. Meere, Kiel 1887, S. 34, C. Apstein in O. Zacharias, „D. Tier- u. Pflanzenw. d. Süßw.", II, S. 259. — Daß diese Zahlen Hensens de facto viel zu niedrig gegriffen sind und besonders für Flüsse, stark durchströmte Teiche usw. **wesentlich erhöht werden müssen,** ergibt sich aus den Beobachtungen von Br. Schroeder über Asplanchna periodonta, Biol. Zentralbl. 1898, No. 14, S. 528.

in guten Jahren streifenden Ziffern gelten jedoch ausschließlich für Zweisömmerige bei einem mittleren Fettansatz von 5 % und solche Verhältnisse, wie sie der Dorfteich bietet, in mageren Objekten erhöhen sie sich dagegen gemäß der mit der „Nahrungssuche“ notwendig verbundenen Muskelarbeit um 10 bis 20 und mehr Prozente, bei Einsömmerigen werden sie sich nach R. Sperling etwa um 10 bis 15, bei der Brut analog dem geringeren Erhaltungsfutter und den höheren Ausnutzungskoëffizienten um 20 bis 25 % verringern, bei älteren hinwiederum um so höher anschwellen, je mehr Fett aus Kohlehydraten gebildet wurde. Nach der Verbrennungswärme berechnet sind nämlich zur Produktion von 1 kg Fett achtmal mehr Nährstoffeinheiten notwendig, als zur Erzeugung der gleichen Mengen Muskelfleisch. (1 g wasserhaltiges Muskelfleisch = 0,9, 1 g Fett = 9,6 Cal.)

Da nach allen bisher vorliegenden praktischen Berichten unbeschadet der Produktivität neben den zweisömmerigen Karpfen noch 5 % einsömmerige und 10 bis 15 % Schleien gehalten werden können, und der Verbrauch der letzteren an Nährmaterial etwa dem der Karpfen äquivalent ist, hätten wir für sie 40 dz hinzuzurechnen. Wir erhielten alsdann rund **400 dz pro Hektar.**

Das wäre in groben Zügen unser Nutzviehkonto. — Neben demselben läuft aber noch ein anderes, durch die Worte: Nahrungskonkurrenten (Sonnenbrüter, Stichlinge u. a., Frosch-, Krötenkaulquappen usw.), Brutschädlinge (Insekten und deren Larven) genügend charakterisiertes, zu dessen Normierung uns bis jetzt aller und jeder Anhalt fehlt; doch möchte ich hier folgende von mir in gleichartigen Gruben angestellte Tastversuche wiedergeben (s. a. Seligo):

	Besetzt					Abgefischt				
	am	Karpfenbrut		Zusatz	insg. g	am	Karpfen		Zusatz	
		Stck.	insg. g				Stck.	insg. g	Stck.	insg. g
A.	2. Juni	20	?	—	—	26. Aug.	20	210	—	—
B.	„	20	?	6 Rana esculenta-Quapp.	40	„	18	106	—	—
C.	„	20	?	6 Leucaspius delineat. . .	18	„	20	104	6	21
D.	„	20	?	6 Gobio fluviatilis	68	„	20	96	6	78
I.	Juni 05	10	25	—	—	4. Okt.	10	230	—	—
II.	„	10	26	6 Plötzen . .	55	„	10	104	6	68
III.	„	10	26	10 Stichlinge .	22	„	10	104	10	24
IV.	„	10	24	10 Froschquappen . .	30	2. Juli	8	45	10	55
V.	„	10	22	—	—	„	10	84	—	—

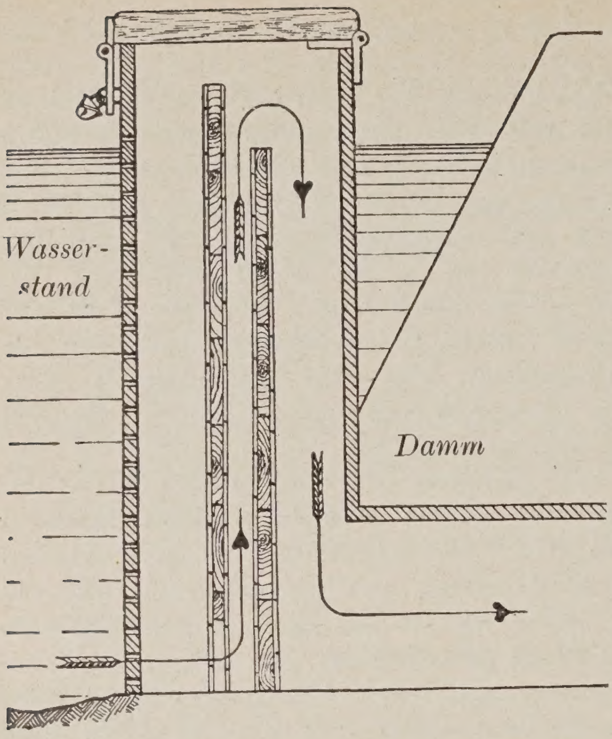


Fig. 71. **Herrguthscher Mönch.**

Das Wasser des von mir hier berücksichtigten Teiches enthielt pro Liter 0,25 g organische Substanz, 0,058 g N, 0,019 g P_2O_5, 0,058 g CaO, 0,015 g K_2O, d. h. es würden mit dem abfließenden Wasser allein bei $^1/_2$ m durchschnittlicher Tiefe verloren gehen:

neben **1250** kg organischen Massen 290 kg N, 250 kg CaO, 95 kg P_2O_5, 75 kg K_2O.

Dazu kamen noch pro 1 cbm 50 g Trockensubstanz an Plankton, im Hektar also 250 kg mit einem Gehalt von:

73 % org. Subst.,	6,24 % N,	8 % CaO,	4 % P_2O_5,	2,2 % K_2O.
182 kg „ „	15,6 kg „	20 kg „	10 kg „	5,5 kg „

Außerdem erhielt das Wasser neben 0,25 g gelöster organischer Substanz durchschnittlich 2,0 g suspendierte Bestandteile mit 80 % organischen Massen, 4 % N, 5,2 % CaO, 0,6 % P_2O_5, 0,04 % K_2O pro Liter,
= 8000 kg organ. Substanz, 400 kg N, 520 kg CaO, 60 kg P_2O_5, 40 kg K_2O.
Als Gesamtverlust ergibt sich demgemäß bei der Abfischung dieses Weihers:[1])

---

[1]) Sehr interessant sind hier die Ausführungen von B. Schorler und J. Thallwitz, „Pflanzen- u. Tierw. d. Moritzb., Großt. b. Dresden“, Ann. d. Biol. lacustre, I, Bruxelles 1906, S.-A., S. 62 ff., aus denen ich die folgenden wichtigen Zahlen wiedergebe. Rohvolumina pro 1 m²:

vor dem Ausfischen:			nach dem Ausfischen:		
1898:	April	155 ccm	1899:	April	— ccm
	Mai	146 „		Mai	67 „
	Juli	293 „		Juli	91,5 „
	September	540 „		September	165 „
1900:	April	219 „	1901:	April	91 „
	Mai	170 „			
	Juli	105 „			
	September	219 „			

	kg org. Mass.	kg N	kg CaO	kg P_2O_5	kg K_2O
a) durch 400 kg Fischfleisch .	40000	12,0	4,8	4,7	—
b) durch das abfließende Wasser	1250	290,0	250,0	95,0	75
c) durch die abfließende Fauna	182	15	20,0	10,0	5,5
d) durch die abfließ. susp. Part.	8000	400	520	60	40
	49432	717	794	169	120

Recht fühlbar können sich auch bei Anwendung des Herrguthschen Teichmönches (Fig. 71) die Verluste bei einer unter Wasser gesetzten Gründüngung gestalten, wie folgende Zahlen zeigen:

	pro Liter mg: suspend. Bestandt.	davon verbr.	gelöste organ. Substanz
einfließend. Wasser	24	8,4	18
Oberflächen-Wasser	—	—	36
abfließend. Wasser	206	184	244
abfließend. Wasser 8 Tage später .	104	100	240

So viel dieses Gerät durch Entfernung der schädlichen Bodengase zu nützen vermag, so großen Schaden kann es andererseits anstiften.

Rechnen wir dazu die durch den Denitrifikations-Prozeß, die Methangärung usw. verpufften und die abgesickerten Massen, so sehen wir, wieviel die Zuflüsse in Verbindung mit der Flora leisten müssen.

Verhältnismäßig höher gestalten sich die Verluste natürlich in allen stark verwachsenen, armen Teichen namentlich dann, wenn die Zuflüsse gering sind und ihnen die Streu entzogen wird. Das zeigt sehr deutlich das folgende Beispiel, welches einen Teich bei Bad Darkau betrifft; diesem Weiher wurden entzogen:

	kg N	kg CaO	kg P_2O_5	kg K_2O	kg organ. Subst.
a) durch die produzierten 50 kg Fische	1,5	0,6	0,6	—	6 000
b) durch 50 dz trockener Teichstreu (nach E. v. Wolffs Durchschnittsanalysen) . .	77,5	38,5	32,5	50,0	4 250
c) durch das abfließende Wasser (inkl. Fauna, Flora, suspendierte Bestandteile)	120	560	60	126	1 875
	199	599	93	176	12 125

	kg N	kg CaO	kg P_2O_5	kg K_2O
Während dem Lande durch Höchsterträge von den anspruchsvollen Futterrunkeln nach E. v. Wolff:				
in 170 dz Blättern	51,0	27,2	14,0	42,5
in 680 dz Knollen	81,6	20,4	40,8	190,4
zusammen	132,6	47,6	54,8	232,9
und durch eine sehr mittelmäßige Ernte derselben Futterpflanze insgesamt entzogen werden	62,0	24,0	32,0	108,0

Dabei sind die Sickerwassermengen noch nicht berücksichtigt, welche sowohl im Dorfteich wie ganz besonders auf leichten, durchlässigen Böden ebenfalls sehr respektable Stoffmengen ausschalten können, Werte, gegen welche die bei den Abfischungen zu buchenden Verluste wiederum nicht übermäßig stark ins Gewicht fallen. Nach Zuntz erneuert sich das Wasser der Pflügerschen Teiche in Hellendorf im Laufe der Saison etwa elfmal; Giesecke gibt an, daß ihr Wasserspiegel bei abgesperrtem Zufluß täglich etwa um 8 cm, in Heideteichen sogar noch tiefer sinkt. Nehmen wir einmal 10 cm und eine durchschnittliche Zusammensetzung, wie sie Übergangsmoorwässern entspricht, nämlich Milligramm pro Liter, an:

172 org. Subst., 175 Mineralstoffe, 2 N, 1 P_2O_5, 57 CaO, 8 K_2O,
so ergibt das **pro Tag** und Hektar einen Verlust von **kg:**

172 org. Subst., 175 Mineralstoffe, 2 N, 1 P_2O_5, 57 CaO, 8 K_2O,
oder im Laufe **der Saison** pro Hektar kg:

25800 org. Subst., **26250** Mineralstoffe, **300** N, **150** P_2O_5, **8550** CaO, **1200** K_2O.

Nun darf nicht übersehen werden, daß das Wasser nicht alles versickert, sondern daß gemäß der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit der Luft ein mehr oder minder großer Prozentsatz verdunsten wird. Da infolge davon die Lösung konzentrierter wird, dürfte dieser Umstand nichts Wesentliches am Gesamtbilde ändern. Dagegen kann ein Teil der Nährstoffe in der obersten Schlammschicht gebunden und so der Verlust reduziert werden.[1])

---

[1]) v. Bemmelen, „Die Absorptionsverbind. u. d. Absorptionsvermög. d. Ackererd.“, Landw. Vers.-Stat., Bd. 21, S. 135 ff., Bd. 23, S. 265 ff., Bd. 35, S. 69, 73 ff., Ad. Mayer, „Lehrb. d. Agrikulturchem.“, Heidelberg 1901, II, 1. Abt., S. 99/100, E. Ramann, „Forstl. Bodenk. u. Standortsl.“, Berlin 1893, S. 137—139, J. Koenig, Landw. Jahrb., Bd. XI, S. 1 ff., A. Mitscherlich, ebenda 1901, S. 443—445, „Bodenkunde“, S. 261 ff.

Relative Feuchtigkeit der Luft*)	Mittlere Temperat. °C	1 cbm Luft enthält Wasser g	Es fehlen in 1 cbm Luft zur Sättigung an Wasser g	Verdunstung der freien Wasseroberfläche in 0,1**) mm	Verhältnis
59,5	11,1	6,31	4,29	3,44	1,25
58,2	12,5	6,37	4,57	3,59	1,27
55,0	12,6	6,05	4,95	3,90	1,27
55,0	12,3	5,94	4,86	3,85	1,26
55,9	12,0	5,93	4,67	3,53	1,32
35,2	18,9	5,66	10,42	8,69	1,20
32,5	19,6	5,45	11,31	9,67	1,17
32,6	17,5	4,83	9,98	8,67	1,15
35,5	12,3	6,00	4,80	3,78	1,25
61,0	12,5	6,67	4,26	3,41	1,25
68,8	11,5	7,07	3,21	2,79	1,15

*) Mitscherlich, Landw. Vers.-Stat. 1904, S. 72, „Bodenkunde", S. 205.
**) Dauer einer Beobachtung 24 Stunden.

Den besten Beweis hierfür geben uns die Hellendorfer Versuche. Hier zeigte der Boden gemäß den Zuschwemmungen usw. folgende Zusammensetzung in 1000 Teilen Trockensubstanz:

Gruppe I.

	org. Subst.	Stickst.
Teich II	26,9 Teile	1,07 Teile
„ IV	37,4 „	0,95 „
„ VI	**49,8** „	**2,60** „

Gruppe II.

	org. Subst.	Stickst.
Teich I	32,4 Teile	1,27 Teile
„ III	36,2 „	1,40 „
„ V	35,9 „	1,45 „ [1]

Das trifft leider aber ausschließlich für die besseren Gewässer zu. Gerade die jeder Anreicherung bedürftigsten, nämlich diejenigen der Heide, sind vielfach infolge des durch die jahrelange auswaschende und auflösende Tätigkeit der Humussäuren

[1] Die relativ hohen Werte bringen mich in Verbindung mit der Bemerkung von Zuntz a. a. O., S. 53, über den geringen Reichtum an Ufer- und Bodenfauna zu dem Schluß, daß die Hellendorfer Teiche trotz der Kalkung als abnorm in bakterieller Hinsicht (im Sinne Hiltners) anzusprechen sind. Insbesondere scheinen ihnen, wie so vielen anderen Objekten, wahrscheinlich infolge des durch den starken Durchstrom bedingten hohen Sauerstoffgehaltes, die (anaëroben) Pektinvergärer zu fehlen.

bedingten Fehlens der Absorptionskraft des Bodens zu einer Festlegung von Nährstoffen nicht mehr befähigt.[1])

Daß derartige grobe Verluste, welche sich — je nach den Verhältnissen — natürlich ebensogut steigern wie anderenfalls verringern können, namentlich auf mageren Flächen, zu einer Verarmung und damit einem Absinken der Produktivität beizutragen recht wohl imstande sind, liegt auf der Hand. Die Bücher unserer größeren Teichwirtschaften reden in dieser Beziehung eine sehr deutliche Sprache, geben gleichzeitig aber auch die sichersten Belege für den Wert der Zuschwemmungen. Das beweisen die nachfolgenden, auf eine und dieselbe Lokalität bezüglichen Daten:

Gutsteiche, Zuschwemmungen abgeleitet
Produktivität pro Hektar kg

I . . .	5jähr. Durchschn.	= 104,	1906 = 110
II . . .	„ „	= 96,	„ = 84
III . . .	„ „	= 120,	„ = 136
IV . . .	„ „	= 108,	„ = 134

Rustikalteiche, Zuschwemmung eingeleitet
Produktivität pro Hektar kg

A . . .	5jähr. Durchschn.	= 140,	1906 = 206
B . . .	„ „	= 126,	„ = 194
C . . .	„ „	= 184,	„ = 234*)
D . . .	„ „	= 204,	„ = 284**)

*) Inmitten von Hutweiden gelegen.
**) Inmitten von sehr stark gedüngten Parzellen gelegen.

Ungleich schwieriger ist aus leicht ersichtlichen Gründen die Aufstellung einer Bilanz für die Seen und ganz besonders die Flüsse. Dieselben lassen sich nämlich, wie schon die verschiedenartigen Urteile über die Chroococcaceen- bzw. Dinobrien-Seen Apsteins zeigen (s. S. 282 Fußnote), durchaus nicht unter eine Haube bringen; es will vielmehr jeder einzelne von ihnen besonders behandelt werden. — Welch gewaltige Unterschiede in der Verwertung der Nahrung, vornehmlich in den Rinnsalen, neben der Temperatur und den anschwimmenden suspendierten Partikelchen die Stärke der Strömung durch eine Steigerung der Muskelarbeit bedingt, erhellt aus den Angaben von C. Nicklas u. a., daß in Teichen

---

[1]) J. Frost, „Agrarverf. u. Landw. i. d. Niederlanden“, Berlin 1906, S. 32.

mit kräftigem Durchfluß der Karpfen zur Produktion des nämlichen Fleischquantums oft die doppelten Portionen von Surrogaten im Vergleich zum Himmelsteiche braucht. Ähnlich liegen die Verhältnisse nach Linke u. a. bei der Forelle, während nach Schroeder gerade in starkströmenden Gewässern das Plankton ganz zurücktritt und nach Hofer, F. Schikora u. a. nur gewisse Komponenten der Grundfauna und -flora Wucherbedingungen finden. Weiterhin haben wir es bei den in Rede stehenden Objekten mit einem stark gemischten Bestande, darunter recht viel unnützen Fressern: Moderlieschen, Ukeleien, Bitterlingen, Gründlingen, Schlammbeißern, Stichlingen, Froschquappen, Wasserkäfern, nicht zuletzt auch mit groben Unterschieden in bezug auf die Futterausnutzung bei nahe verwandten Spezies, ja einer und derselben Art zu tun. Ich brauche hier wohl nur an die verschiedenen Saiblings-, Seeforellen-, Renken-, Barschvarietäten in einem und demselben oder benachbarten süddeutschen Becken zu erinnern (z. B. „Pitzling“, Walchensee-, alte Schliersee-, Fuschlersee-, Wildfang-Saiblinge), über deren aus der Qualität der Nahrung resultierendes Wachstum uns Schillinger, Nüßlin u. a. unterrichtet haben. Daß in den norddeutschen Flüssen und Flachlandseen ähnliches vorkommt, zeigen die Berichte von Mahnkopf, Hübner, Seligo evident. Auch hier beobachten wir in einem und demselben Rinnsal oder Becken Plötzen von 100 g Schwere mit voll entwickelten Ovarien und Hoden, und wiederum andere, noch nicht fortpflanzungsfähige von zirka $^1/_2$ Pfd. Gewicht und analog bei gleichaltrigen Bleien, Rapfen, Döbeln, Karpfen und Karauschen Differenzen von 300 bis 500, ja mehr Gramm. (So wiegen nach Hübner laichreife Sandplötzen 30 g, laichreife alte Steinhuder Bleie 50 g, Giebel sitzen oft bei 12 g schon voll Rogen, während Teichkarauschen von 500 g noch keinen haben.) Derartige Wachstumsdifferenzen müssen natürlich auch grobe Unterschiede in der Futterverwertung ergeben, denn, gleichwie ein Merino zur Produktion von 1 kg Hammelfleisch, ein polnisches Landschwein zum Ansatz von 1 Pfd. Speck so und so viel Kalorien mehr brauchen als die englischen Rassen (s. Eisbein u. a.), ein junger Leucaspius nach früheren Berechnungen von mir für 1 g Zuwachs zirka siebenmal mehr Nährstoffe benötigt als ein gleich großer Karpfen, ist das nämliche bei den verbutteten Plötzen, Bleien usw. um so eher der Fall, als von ihnen ein großer Teil des Auf-

genommenen perspiriert, ein anderer, erheblicher (Kohlehydrate) zur Fettbildung verwendet wird (s. a. Kap. III, Vorbem.):

Karausche . . .	74,2 % Wasser,	21,6 % Prot.,	2,4 % Fett;
Giebel	69,3 „ „	19,4 „ „	8,8 „ „
„	67,2 „ „	18,6 „ „	11,2 „ „
Blei, raschw. . .	76,8 „ „	20,7 „ „	1,5 „ „
Blei, degen. . . .	70,3 „ „	18,0 „ „	10,2 „ „
Moderlieschen . .	68,8 „ „	17,9 „ „	12,0 „ „
Plötze, gut gew. .	73,6 „ „	16,2 „ „	9,4 „ „
„ degen. . .	65,4 „ „	14,2 „ „	16,2 „ „
Barsch, raschw. .	78,2 „ „	18,0 „ „	2,0 „ „
„ degen. . .	72,4 „ „	17,2 „ „	8,4 „ „
Schlammbeißer . .	65,8 „ „	18,4 „ „	13,3 „ „
Stichling	65,3 „ „	16,2 „ „	16,5 „ „

Nicht immer resultiert das geringere Wachstum bzw. Verbutten der Fische aus dem beliebten Schlagwort „Nahrungsmangel“, ebenso oft müssen noch unbekannte Faktoren im Spiele sein. Wie anders könnten nämlich im Schliersee neben der eingesessenen, minderwertigen Salvelinusart zirka 35 bis 40 % raschwüchsige Fuschlersaiblinge, in manchen norddeutschen Becken die zu den degenerierten Beständen gesetzten guten Artgenossen und deren eigene bzw. Kreuzungsbrut im raschen Tempo weiterwachsen (E. Mahnkopf), wie anders lassen sich die von Hübner a. a. O., S. 195 registrierten Befunde erklären? (s. a. Kap. III, Vorw., IV, außerd. fürs Wild E. R. v. Dombrowski, „Das Rotwild“, Wien 1905, S. 95 ff.)

Nach den von A. Hübner a. a. O., Seite 159 und 160, W. Kraatz, E. Mahnkopf mitgeteilten Notizen lieferten pro Jahr und Hektar durchschnittlich Pfund Fische:

Köllnitz-See	25, dav. 45 % Raub-	(1/2 Hecht, 1/2 Zander),	55 %	Friedfische,
Paarsteinwerder . .	38, „ 36 % „	(vorwiegend Hecht),	64 %	„
Rheinsberger . . .	30, „ 50—65 % „	„ „	40 %	„
Pro Jahr und Hektar Mittel, Pfd. . .	30, dav. 40 % Hechte,	15 % Zander,	45 %	Friedfische.*)

*) Die nach Hübner a. a. O., S. 157 höher zu bewertenden masurischen Seen bleiben außerhalb der Diskussion.

Nach der sehr plausiblen landläufigen Ansicht sollen zur Produktion von 1 kg Fischfleisch brauchen: ein großer Hecht zirka 47, ein junger 30 bis 35, ein mittlerer Aal 35 bis 40, ein Zander 18 bis 22, ein Barsch 15 bis 20 kg Fische. Für raschwüchsige Bleien und Plötzen ermittelte ich im Verhältnis zum Karpfen einen

Mehrverbrauch von 60 % („Karpfenzucht“, S. 320). Die Rechnung wäre mithin pro Jahr und Hektar folgende:

12,0 Pfd. Hechte à 40 Pfd. Weißfische	à 14,5 Pfd. organ. Substanz	= 6960 Pfd. organ. Substanz*)
4,5 „ Zander à 20 „ „		= 1305 „ „ „
2,0 „ Aal à 35 „ „		= 1010 „ „ „
1,0 „ Barsche à 15 „ „		= 217 „ „ „
10,5 „ Weißfische		= 152 „ „ „
	zusammen	= 9644 Pfd. organ. Substanz.

*) Daß die von den Plötzen usw. aufgenommene Fauna nicht bloß Algen sondern auch Detritus gefressen haben wird, ist selbstverständlich. Da aber andererseits der Verbrauch an Nahrung in dem hier vorliegenden Falle bei weitem größer sein muß (Muskelarbeit), als ich normierte, dürften sich die Ziffern ausgleichen.

Ganz anders natürlich, jedenfalls aber richtiger, gestaltet sich die Bilanz, wenn wir annehmen, daß die Hechte usw. nicht ausschließlich Weißfische, sondern zu einem Drittel etwa Artgenossen, Zander, Barsche, diese wieder Stinte u. a. m. gefressen haben (s. Hübner, S. 344). Wir müßten alsdann in Pos. I setzen:

12 Pfd. Hecht à 40 Pfd. Fischfleisch	davon 27 Pfd. Cypriniden	à 14,5 org. S.	= 4698 Pfd. org. S.
	13 Pfd. Raubfische à 32 Pfd. Weißfische		= 7228 „ „ „
		insgesamt	= 11926 Pfd. org. S.

Das wäre die Beute des Fischers, neben der noch die oft recht beträchtliche der menschlichen und tierischen Diebe einhergeht. Wie aber nach E. Mahnkopf die Produktivität unserer Seen und Flüsse ceteris paribus eine sehr gleichmäßige oder vielmehr **gleichbleibende** ist, so darf unbeschadet der Produktivität auch nur ein bestimmtes, relativ eng begrenztes Quantum Fische herausgefangen werden; sowie dieses überschritten oder nicht erbeutet wird, sinkt die Produktivität ab (überfischte und überschonte Gewässer). Je nach der Güte der Gewässer schwanken die relativen Verhältniszahlen von Fang zu Bestand zwischen $^1/_3$ und $^2/_3$. Nehmen wir das Mittel ($^1/_2$), so hätten wir die obenstehende Summe zu verdoppeln. Dazu kämen noch die unnützen Fresser mit — niedrig gerechnet — drei Zentnern, so daß wir als zur Deckung des Bedarfs der Fische nötig allein pro Hektar **195 Ztr. organische Substanz = 620 Ztr. feuchte Naturnahrung** zu registrieren hätten.

Ein Vergleich zwischen diesen Zahlen und dem früher von C. Apstein, O. Zacharias u. a., jüngst von L. Cohn ermittelten Planktongehalt von Seen zeigt uns, welch beträchtliche Quantitäten

die Ufer- und Grundfauna zu dem Speisezettel der Fische immerhin noch beisteuern müssen.

Und gerade bei der Grundfauna bzw. -flora glaube ich noch auf einen bisher viel zu wenig betonten, trotzdem eminent wichtigen Punkt hinweisen zu müssen: Was die Schnecken im allgemeinen und gewisse Muscheln teils selbst (Erbsenmuschel), teils durch ihre Brut (Anodonta, Dreissena) als Ernährer der Fische leisten, ergibt sich aus den Worten von J. Šusta a. a. O., S. 90, in Verbindung mit den interessanten Betrachtungen Apsteins a. a. O., S. 183. Ihre Hauptbedeutung, wie diejenige der gesamten Grundfauna, liegt aber auf einem ganz anderen Gebiet, nämlich in der Humifizierung des Mulms (s. S. 72, 239, 296 u. a.). Gleichwie in dem Boden unserer Äcker und Wiesen die Regenwürmer usw. eine nicht hoch genug zu bewertende Tätigkeit entfalten, ist das im Seengrunde abseiten einer ganzen bunten Sippe von Organismen durchaus der Fall. Hier üben sie die Wasserpolizei aus, sind sie die Regulatoren des Ganzen und, je intensiver sie die Flora bzw. die Geräte der Fischer mit Sauerstoff versorgen, desto ersprießlicher wird ihre Tätigkeit sein (Seligo, „Unt. i. d. Stuhm. S.“, S. 45 ff.).

Im sauren, stickigen Untergrunde fehlen sie zugleich mit den Umsetzungsbakterien,[1]) im gut durchlüfteten, neutralen oder schwach alkalischen wuchern sie dagegen üppig.

Diese ihre Funktionen erfüllen bei der Sämerung die Naturkräfte, Sonne, Luft, Wärme, in Verbindung mit dem starken Agens Kalk und den durch das Austrocknen gekräftigten Sproß-, Hefe-, Spaltpilzen usw. weit besser, als sie das je zu tun vermögen. Wir können ihrer in der Teichwirtschaft also um so mehr entraten, je intensiver wir den Boden kultivieren, erschließen und je besser infolge dieser Kultur das Plankton auch in qualitativer Beziehung wird. — Das Wildschwein sucht im Boden nach Würmern, Larven und Wurzeln, dem hochgezüchteten Edelschweine bieten wir Körner und andere Kraftfuttermittel, in denen die von den Wurzeln aus dem Boden herausgeholten Nährstoffmengen abgelagert sind. Und wenn Mahnkopf, Hübner u. a.

---

[1]) s. hierzu, auß. S. 310, Molisch, Sitzb. nat.-math. Kl. d. kais. Ak. d. Wiss. z. Wien, CV, Abt. I, S. 634, Knörrich, Ploen. Ber., VIII, S. 18 und 19, H. Wilfarth, Arb. d. D. L.-G., H. 34, S. 22 ff.

der intensiven Bewegung des Schlammes einen hervorragenden Einfluß auf die Produktivität von Gewässern zuschreiben, so stimmt das zu dem Gesagten vollkommen. Je mehr wir den Untergrund aufrühren, desto größere Nährstoffmengen werden aus ihm auslaugen, desto quantitativ und qualitativ größere, bessere Planktonmengen wird das Gewässer infolge der hohen Ausnutzungskoëffizienten der letzteren für alle Stoffe zu liefern vermögen. Die in der Süßwasserbiologie leider viel zu wenig gewürdigten Untersuchungen von K. Brandt eröffnen uns, wie E. Walter richtig vermutete (Fisch.-Ztg., VIII, No. 13), in Verbindung mit der Zuntzschen Becherglasmethode die Perspektive für eine wirklich ökonomische Wasserwirtschaft; sie erklären uns aber auch, warum ceteris paribus die unter Wasser gesetzte Fläche die produktivere sein muß.

Über die Höhe der Denitrifikations-Prozesse genauere Angaben zu machen, verbieten dem Privatmann seine beschränkte Zeit und die noch beschränkteren, knapperen Mittel. Derartige wichtige Untersuchungen sind auch durchaus Sache der mit allen Apparaten ausgerüsteten, staatlich subventionierten Institute, zumal diese ja über einen ganzen Stab von Arbeitern verfügen oder sich solche doch heranziehen können. Plattenkulturen und an dieselben sich anschließende Tastversuche zeigten mir aber ganz in Übereinstimmung mit der durch die Befunde Baurs[1]) und Grans[2]) gestützten Ansicht von Brandt,[3]) welch gewichtige Rolle die denitrifizierenden Gruppen gerade im Haushalte unserer ärmsten Gewässer spielen, daß wir alle Ursache haben, durch rationelle Bodenpflege, Durchlüftung usw. deren Wucherbedingungen möglichst zu unterbinden.

Wie schon erwähnt, fällt das Absterben der submersen Flora

---

[1]) „Über zwei denitrifiz. Bakt. a. d. Ostsee“, Wiss. Meeresunt. Kiel, VI, R. Feizel, „Beiträge z. Kenntnis denitrifizierender Meeresbakterien“, ebenda, VII.

[2]) „Stud. üb. Meeresbakt.“, Berg. Mus. Aarbog 1901, No. 10.

[3]) „Üb. d. Stoffwechs. i. Meere“, 1., 2., 3. Abh., Wissensch. Meeresunt., Kiel 1899, 1902, 1906; „Üb. d. demn. beginn. int. Unt. d. nord. Meere“, Verh. V. Int. Zool.-Kongr., Berlin, Aug. 1903; „Üb. d. Prod. u. Produktionsbeding. im Meere“, Wiss. Meeresunters., Kiel 1905; „Üb. die Bedeut. der Stickstoffverb. f. d. Produktion i. Meere“, Beih. z. Bot. Zentralbl., 1904, XVI, 3, S. 385 ff.

in den Spätherbst bzw. Winter, in eine Zeit also, wo die Zahl der tierischen Verarbeiter, mit Ausnahme einiger weniger Spezies, ganz beträchtlich abgesunken ist, und wo die mit Schnee überdeckten Eismassen die Sauerstoffabsorption aus der Luft und -produktion durch die Algen[1]) zeitweilig unterbinden. In unseren Flachlandseen herrschen alsdann am Grunde Temperaturen von + 5 bis + 6° C, d. h. Wärmemengen, welche die bakterielle Tätigkeit wohl bedeutend verlangsamen, aber durchaus nicht aufheben.[2]) In solchen Fällen erhalten wir meist außerordentlich hohe Werte für Kohlensäure und gasförmigen Stickstoff im „Tenax“. Diese letzteren immer dem Methan zuzuschreiben, wie dies bisher geschehen ist, geht durchaus nicht an, vielmehr werden die nachfolgenden, in Parallelgruben zu Wilhelmsburg von mir gemachten Befunde einen anderen Weg zeigen:

	pro 1 l Wasser			
	org. S.	Ammon.	Salpeters.	elem. N.
	mg	mg	mg	ccm
Grube A abgeeist und durchrührt	122	4	36	13,2
Grube B mit Eis und Schnee bedeckt	106	10	**10**	**18,4**

Ein systematisches Vorgehen wird auch hier wieder dem Süßwasserbiologen neue, zeitgemäßere Anschauungen über den Stoffkreislauf im Wasser bringen.

Aus der obenstehenden Bilanz sehen wir, wie gering das in Gestalt von Fischfleisch dem Gewässer entzogene Stoffquantum relativ und effektiv ist, daß dasselbe im Vergleich zu den Abschwemmungen fast gar nicht in Betracht kommt.[3]) Die

---

[1]) Die bezügl. Untersuchung. von Seligo, Mitt. Westpr. Fisch.-Ver., Febr. 1904, sind mir wohl bekannt, auf Grund meiner neuesten Befunde kann ich mich ihnen jedoch nicht anschließen, zumal laut Angaben von Apstein, Zacharias, Lauterborn u. a. die Zahl der chlorophyllhaltigen Planktonten im Winter gar nicht unbedeutend ist, s. a. Schimanski ebenda, XIII, S. 22.

[2]) Baur a. a. O., Warmbold, „Unters. üb. d. Biolog. stickstoffh. Bakt.“, In.-Diss., Merseburg 1905, S. 92 ff.

[3]) Vergl. f. d. Meer: E. Schulze, „Die Stickstoffvers. d. Pflanze und d. Kreislauf d. Stickst. i. d. Nat.“, Landw. Jahrb. f. d. Schweiz 1888, II, S. 83.

Hellendorfer Versuche[1]) haben nun in Übereinstimmung mit dem früher von mir Behaupteten[2]) ergeben, daß unsere Karpfen und mit ihnen wohl auch alle anderen Weißfische, die Hauptnutztiere unserer nordischen Gewässer, im letzten Teile der Saison für den Winterverbrauch vorwiegend Fett aufstapeln, das sie aus Kohlehydraten bilden.[3]) Hierdurch ergibt sich, daß wir in der zweiten Hälfte der Saison sehr vorsichtig mit der Zufuhr stickstoffreicher Materialien sein müssen,[4]) ergibt sich im Anschluß an die Bilanz aber weiterhin, wie diskutabel die Vorschläge von Zuntz, Giesecke u. a. sind, die Nährstoffmengen während des letzten Teiles der Saison gründlichst auszunutzen und sie so vor der Abschwemmung zu bewahren. Freilich dürfen wir dabei nicht vergessen, daß alle Zuflüsse in regnerischen Perioden oft geradezu erstaunlich große Stoffmengen mitführen, die wir, außerstande zu fassen, einfach ins Meer laufen lassen müssen, obwohl sie binnen wenigen Stunden oft das xfache von den durch das Ablassen bedingten Abschwemmungen vieler Teiche ausmachen (s. a. S. 24/25, 270 u. 271).

Hierfür einige Beispiele aus dem eben verflossenen, sehr regenreichen Sommer, aus denen sich zugleich die Stichhaltigkeit des Sprichwortes „Gewitterjahre sind allemal auch gute Fischjahre" ergibt. — Bezüglich der hohen Werte für Kalk sei daran erinnert, daß, gleich der Weichsel, der Olsa, dem Bobr, fast alle Flüsse und Bäche des Teschener Rayons ihren Ursprung aus dem nach dieser Stadt benannten Kalkstein nehmen, und daß auf dem relativ hohen Kalkgehalt der frühere Fischreichtum dieser Wasserläufe, wie der gute Ertrag der auf der Kammer geübten Wechselwirtschaft beruhten. Nachdem die letztere unter dem Einfluß von Dubisch und seinem Schüler P. Morcinek längst aufgegeben wurde, ist das im Boden aufgespeicherte Stickstoffkapital sehr stark angegriffen, teilweise auch schon erschöpft worden.

---

[1]) Giesecke und Cronheim, Fisch.-Ztg. 1906, N. Zuntz, D. Landw. Presse 1906, No. 34 u. 35, Nachr. a. d. Klub d. Landw. Berlin, No. 488—490, Mitt. d. Fisch.-Ver. f. d. Prov. Brandenburg 1906, H. 3/4, S. 50 ff.

[2]) „Karpfenzucht", Neudamm 1901, S. 137, 263, 293 u. a.

[3]) D. F.-Ztg. 1898, S. 94, E. Walter, „Jahrb. d. teichw. Versuchsst. Trachenb. pro 1897", Ztschr. f. Fisch. 1898, I, S. 44.

[4]) Zuntz a. a. O.

Monat	Bemerkungen über Witterung	In 1000 ccm Wasser sind enthalten: Suspendierte Bestandteile				Gelöste Stoffe					
		g insgesamt	dav. Proz. verbrennbar	Kalk	Phosphorsäure	mg organisch. Substanz	Ges.-Stickstoff	Ammoniak	Nitrit + Nitrat	Kalk	Phosphorsäure
	Bewässerungsgraben Guldau.[1]										
Juni	wenig Niederschläge, Wasser klar	0,06	10	25	?	34	1,4	?	?	23	—
„	nach Gewitterregen „ trübe	8,52	22	21	2	106	18	4,3	8,6	101	10
„	„ 3täg. „ „ „	16,84	16	20	3	94	27	6,2	12,8	107	8
„	„ weiterem Regen „ „	29,72	14	20	2	38,9	7,4	Spur	Spur	69	Spur
	Bach bei Ernsdorf.										
Juni	wenig Niederschläge, Wasser klar	0,048	7	18	—	20	—	—	—	44	2
Juli	nach wolkenbruchart. Gewitterreg. Wasser trübe	8,33	14	19	3	144	12	3,6	9,4	72	3
„	nach Gewitt. nächst. Tag Wasser trübe	14,64	9	17	4	122	18	4,3	9,8	78	5
„	nach 2 Gewitt. nächst. Tag Wasser sehr trübe	26,77	8	17	3	104	27	6,8	12,7	69	3
August	nach 14täg. Regen Wasser sehr trübe	28,43	7	16	2	68	4	1,2	—	57	Spur
	Waldbach Beskiden.										
Juni	wenig Niederschläge, Wasser klar	0,033	42	—	?	84	4,3	Spur	Spur	—	?
Juli	nach Gewitterregen „ trübe	7,42	29	4	?	167	12,8	4,4	6,3	14	7
„	nächst. Tag „ „ „	12,13	38	6	2	198	16,9	5,2	8,6	14	9
„	„ „ 2 Gewitter „ „	13,38	32	8	4	174	22,3	7,4	9,8	14	7
„	„ „ do. „ „	18,89	26	10	6	168	32,3	6,9	14.2	16	6

Der Regenfall bzw. die anstürzenden Wassermassen waren in allen diesen Fällen derartig groß, daß nur ein verschwindend kleiner Teil in die Teiche geleitet werden durfte. Gleichwie in meiner engeren Heimat legen die Bauern übrigens auch in Österreich-Schlesien verschiedentlich Teiche hauptsächlichst als Schlamm-

---

1) Hierbei sei jedoch ausdrücklich daran erinnert, daß diese Bäche aus geradezu ideal bewaldeten Revieren kommen. Erzherzog Albrecht ließ allein auf der Kammer Teschen 100 000 Joch aufforsten. In den in stark abgeholzten Hängen entspringenden Rinnsalen konstatierte ich oft weit über 100 g suspend. Partikelchen und einen rapiden Abfall der organischen Substanz am 2. und 3. Tage. Nach längeren Regenperioden, besonders starken Güssen, enthielten dieselben ausschließlich sterilen Sand und Lehm, sehr häufig auch Manganoxydul, schädliche Eisenverbindungen u. a., die Wald- und Heidewässer wieder sauren Humus. Also **nicht alle** Zuschwemmungen sind gut, vielfach **schaden** dieselben im Gegenteil weit mehr, als sie nützen (s. a. S. 270 ff.).

fänge an, die nach so regensreichen Jahren, wie es das laufende war, oft viele Kubikmeter besten Materiales hergeben. Derartige Proben enthielten Prozent:

	Verbrennb. Best.	Stickstoff	Kalk	Phosphors.	Kali
I. . . .	14	1,4	16	Spur	2
II. . . .	22	2,3	10	2	3
III. . . .	18	2,4	14	Spur	1,8
IV. . . .	12	0,9	20	„	?

Bekanntlich proponiert Zuntz a. a. O., entweder einen Damm aus Kies vor dem Mönche aufzuschütten und durch diesen das abfließende Wasser zu filtrieren oder aber die Bespannung über mehrere Jahre auszudehnen. Im Hinblick auf die in Heideteichen gemachten Beobachtungen über den rapiden Abfall der Produktivität nach einer Behandlung à la Dubisch nennt er den dort geübten Modus einen Raubbau. — Was den ersten der Vorschläge anlangt, so würde ich mit Giesecke entschieden eine Bodenfiltration mit Hilfe eines engmaschigen Netzes von Rutendrains (s. S. 374) vorziehen. Überall, wo genügend Kolloidsubstanzen u. a. m. vorhanden sind — und das trifft für alle anderen, mit Ausnahme der armen Sand- und ausgewaschenen Heideböden, zu (siehe v. Bemmelen, Landw. Vers.-Stat., Bd. 21, S. 135 ff., Bd. 23, S. 265 ff., Bd. 35, S. 65 ff., 73) —, dürfte solchergestalt neben den suspendierten Partikeln auch ein mehr oder minder großer Teil der gelösten Bestandteile festgelegt werden, es sei denn, daß der Boden durch die Sickerwässer schon gesättigt wäre, was in Dorf- und besten Teichen stets der Fall sein wird. Die nach der Methode von O. Kellner ausgeführten bezüglichen Versuche (s. S. 400) ergeben recht krasse Differenzen. — Noch mehr cum grano salis zu nehmen ist meines Erachtens der zweite Vorschlag. Hier ist vor allem von Fall zu Fall das Verhältnis von Abschwemmung zur Ab- bzw. Durchsickerung, ferner aber der Eisengehalt und die Möglichkeit der Bildung schädlicher Eisenverbindungen ins Auge zu fassen, ehe man daran geht, sich eines hygienisch und biologisch so wichtigen Hilfsmittels, wie es das Durchfrieren des Teichbodens darstellt, zu begeben. Um das Absickern einzuschränken, brauchten wir in der Landwirtschaft wie in der Teichwirtschaft den Boden ja nur durch Ton- bzw. Lehmeinlagerungen undurchlässig zu machen, und uns wäre geholfen, wie in Verbindung mit der Seite 23

registrierten die nachfolgende Tabelle von Wollny[1]) sehr deutlich zeigt:

Bodenart	Einlagerung cm		Überstehender Wasserdruck cm	Geförderte Wassermenge in Liter in 10 Stunden
Torf 0,171—0,250 mm	Kohlens. Kalk in einer Schicht von	0	50	22,053
		1	50	6,635
		3	50	2,772
		5	50	3,431
Quarzsand 0,25—0,50 mm	Kaolin in einer Schicht von	0	100	240,641
		1	100	29,280
		3	100	24,390
		5	100	2,050
Quarzsand 0,5—1,0 mm	Lehm, pulverförmig in einer Schicht von	0	50	366,561
		1	50	7,431
		3	50	0,224
		5	50	0,142
Quarzsand 0,5—1,0 mm	Eisenoxyd in einer Schicht von	0	50	366,561
		1	50	1,332
		3	50	0,415
		5	50	0,376

Statt dessen erhöhen wir auf schweren Böden dort wie hier sogar die Durchlässigkeit durch Drainagen mit dem denkbar besten Erfolge.

Weit rationeller wäre entschieden der Vorschlag, durch Gründüngung eine lebende oder tote Decke zu schaffen und so die Sickerwassermengen während der Sämerung zu reduzieren,[2]) bzw. die durch sie während der Saison bedingten Verluste überzukompensieren. Gerade weil die Heideteiche infolge ihres hohen Eisengehaltes und der in ihnen sich während der Saison abspielenden Reduktionsprozesse gleich vielen Mooren (s. Steuert a. a. O., Seligo a. a. O.) stark zur Bildung schädlicher Sub-

[1]) „Untersuchung. üb. d. Permeabilität d. Bod.“, Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., Bd. 14, S. 27, 28, D. v. Welitschkowsky, „Exp. Unt. üb. d. Permeab. d. Bod. f. Wasser“, Arch. f. Hyg. 1888, 2. Bd., S. 499—510, A. Mitscherlich, „Bodenkunde“, S. 195 ff.

[2]) C. Eser, Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., Bd. VII, S. 46 usw., Mitscherlich a. a. O., 208 ff.

stanzen neigen, die in ihnen vorhandenen geringen Mengen von Humussubstanz für das Versauern inklinieren, müssen sie tunlichst oft gelüftet und, wenn möglich, gesömmert, d. h. landwirtschaftlich genutzt werden und — ohne gehörige Düngungen unter starker Betonung von Stickstoff, Kalk, Phosphorsäure und Kali bringt die Heide dem Bauern eben auch nichts (s. J. Frost a. a. O., S. 35 ff.).

II. Die Probenahme.

Für eine wenigstens annähernd genaue Orientierung über die wasserlöslichen Bestandteile des Bodens ist eine gute Durchschnittsprobe erstes Erfordernis. Dieselbe verschaffen wir uns, indem wir

a) bei neu unter Wasser zu setzendem Gelände an tunlichst verschiedenen Stellen, namentlich dort, wo sich eine andere Vegetation zeigt, etwa Stücke von 1 dcm^2, 5 bis 6 cm tief aus dem Boden abstechen;

b) hinter dem Anhäufel- oder Schälpfluge hergehend, von Zeit zu Zeit größere Proben (250 bis 500 g) von den aufgeworfenen Schollen abnehmen,

c) aus jeder zweiten oder dritten Karre eine Handvoll Schlamm in einen Korb werfen lassen, oder endlich

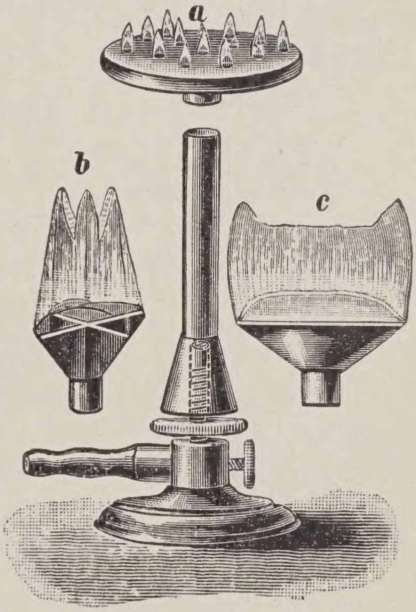


Fig. 72.
Gaslampe nach Teclu.
(P. Altmann, Berlin.)

d) uns mittels des von Schiemenz empfohlenen Schlammbohrers Proben von den verschiedensten Stellen des Seengrundes herauf holen.

Je systematischer wir dabei vorgehen, und je gründlicher wir alle abweichenden Adern in ihrem Verhältnis zum Ganzen berücksichtigen, ein desto besseres Annäherungsbild von den

tatsächlichen Verhältnissen wird uns die Analyse in Verbindung mit Kulturversuchen im Topf bzw. Becherglas oder Standzylinder geben.

Im Hinblick auf die früheren Ausführungen kann ich übrigens nur empfehlen, von sauren Stellen, aus der Fischgrube oder stagnierenden Pfützen usw. Proben für sich zu entnehmen und diese teils frisch, teils in getrocknetem Zustande zu Kulturversuchen zu verwenden. Man wird dabei mancher anscheinend unerklärlichen Erscheinung auf die Spur kommen und sich veranlaßt sehen, diese Objekte etwas weniger stiefmütterlich zu behandeln, als das bisher der Fall war.

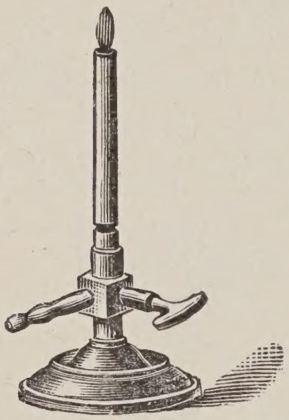


Fig. 73.
Bunsenbrenner mit Sparflamme.
(P. Altmann, Berlin.)

Von der so erhaltenen Gesamtprobe, welche natürlich die auf dem Boden wuchernden Pflanzen, die dort liegenden Muscheln u. a. m. enthalten muß, wird zunächst das Feuchtgewicht tunlichst genau (bis auf 1 g) bestimmt, dann wird dieselbe mit der Hand recht gut zerkleinert und gemischt. Dabei ist auf ein etwaiges Jucken der Haut oder ein Brennen unter den Fingernägeln — was nach Tacke auf freie Humussäure schließen läßt — zu achten, und wird zweckmäßig gleich eine Prüfung auf die Reaktion in folgender Weise vorgenommen:

Man legt ein feuchtes Klümpchen dieser „Mischprobe“ auf empfindliches blaues und rotes Lackmuspapier und beobachtet, ob im nächsten Umkreise der Erdprobe eine Farbenveränderung auftritt. Rötet sich blaues Lackmuspapier, so kann neben freier Humus- auch Kohlensäure mit im Spiele sein. Um diese zu eruieren, trocknen wir das Lackmuspapier. Bleibt dasselbe auch dann noch rot, so ist die Erdprobe als humussäureverdächtig anzusprechen.

Von dieser gut durchgemischten Probe wird ein aliquoter, nicht zu kleiner Teil abgewogen und in einer Schale oder auf einem Blech, vor Staub geschützt, bei gewöhnlicher Zimmertemperatur oder bei 50 bis 60° C im Trockenschrank unter öfterem Umrühren getrocknet.

Die Einrichtung des Trockenschrankes ergibt sich aus Figur 52, Seite 216, zur Genüge. Zum Anheizen desselben benutzen wir zweckmäßig überall dort, wo Gas zur Verfügung steht, bzw. wo es uns die

Mittel erlauben, einen Apparat zur Gaserzeugung anzuschaffen, die in Figur 72 skizzierte Gaslampe mit Aufsatz a bzw. einen Bunsenbrenner (Fig. 73). Wo Gas fehlt, bediene man sich des in Figur 74 abgebildeten Spiritus-Bunsenbrenners. Die Flamme, welche bei gehöriger Füllung des an der Wand bzw. an einem Stativ befestigten Ballons 12 bis 14 Stunden lang brennt, kann durch einen am Fuße des Bunsenbrenners angebrachten Hahn oder einen in die Schlauchleitung eingeschalteten Zweiweghahn so reguliert werden, daß sie während dieser Zeit eine sehr konstante Temperatur liefert.

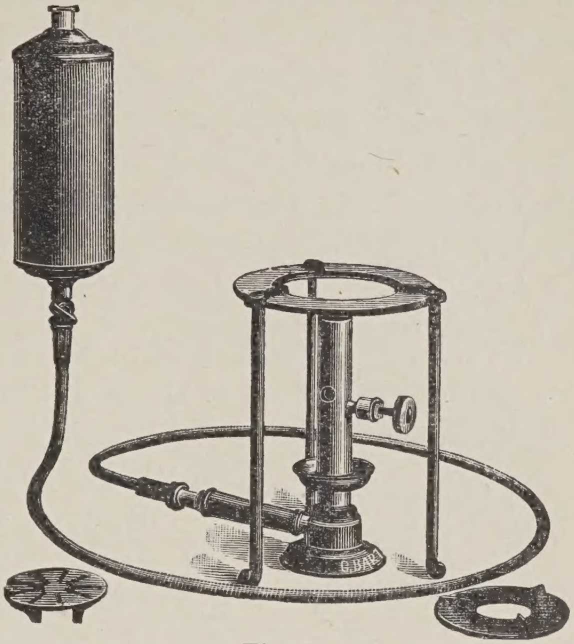


Fig. 74.
Spiritus-Bunsenbrenner.
(P. Altmann, Berlin.)

Nachdem die Probe gehörig getrocknet und im letzteren Falle, d. h. wenn sie im Trockenschrank stand, unter Umrühren genügend lange an der Luft abkühlen gelassen wurde, wird sie wieder bis auf 1 g genau gewogen, dann mit der Hand bzw. mechanisch grob zerkleinert und nun zunächst, wenn viele größere Steine und gröberer Sand in ihr vorhanden sind, durch ein 2 mm (Wahnschaffe[1]) bzw. 1,5 mm (Mitscherlich[2]) Rundlochsieb abgesiebt. Wir werden uns nämlich durch exakte Versuche sehr leicht davon überzeugen können, daß der auf dem Siebe zurückbleibende Rückstand, wie im Felde,

Fig. 75.
Reibschale.

[1]) F. Wahnschaffe, „Wissenschaftl. Bodenuntersuchung", 2. Aufl., Berlin 1903, S. 23.

[2]) A. Mitscherlich, Landw. Jahrb. 1902, S. 596—604, „Bodenkunde", S. 9—13.

so auch im Wasser gar keinen oder einen kaum nennenswerten Einfluß auf die Produktivität ausübt, diese vielmehr einzig durch den Feinboden bedingt wird. Einige Daten mögen das beweisen:

Gehalt des Bodens an Steinen	Minderertrag	wahrsch. Fehler
20 Volumprozent *)	13	± 4,7 %
25 Volumprozent**)	13	
30 Volumprozent *)	21	± 4,6 %
40 Volumprozent *)	32	± 5,2 %
50 Volumprozent**)	38	
50 Volumprozent *)	40	± 5,1 %

*) E. Wollny, „Einfl. d. Steine a. d. Fruchtb. d. Bod.“, Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., 20, S. 363 ff.

**) O. Lemmermann, Journ. f. Landw., LI, S. 1 ff., 279 ff.

Mitscherlich a. a. O., S. 12, folgert aus diesen Versuchen: „daß Steine und Sand, je nach den Mengen, in welchen sie im Boden vorhanden sind, die Erträge des Bodens deshalb verringern, weil sie einen Teil des für die Pflanze nutzbaren Bodenvolumens für sich in Anspruch nehmen,“ ein Faktum, welches auch fürs Wasser gilt. — Der abgesiebte „Feinboden“ wird in der Reibschale mit einem Pistill (Fig. 75) fein gepulvert.

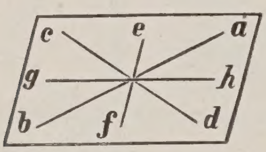


Fig. 76.
Schema der Probenahme.

Ein weiteres Aussieben der Bodenprobe dürfte nach meinen vielfachen Erfahrungen vor der Herstellung des sauren Extraktes nur dann angebracht sein, wenn dieselbe noch reich an gröberen Bestandteilen ist. Wir bedienen uns in diesem Falle zweckmäßig des Siebsatzes von Knop, erhältlich von P. Altmann in Berlin, der aus fünf aufeinander passenden Messingsieben mit Zinkblecheinfassung von 0,5, 1, 2, 4 und 7 mm Lochweite besteht. Die letzten Lochweiten (0,5 und 1 mm) liefern uns den „Feinboden“ oder „Feinschlamm“, dessen im folgenden noch öfters Erwähnung getan werden wird. — Von der Anwendung der Schlämmethode ist dagegen um so eher abzuraten, als diese nach Mitscherlich a. a. O., S. 46 ff. „für die Bestimmung der „Korngröße“ der Bodenbestandteile unbrauchbar ist“[1]) (s. dag. V, „Org. Subst.“).

Dieses so erhaltene Pulver breitet man, nachdem es ev. vorher ausgesiebt wurde, auf einem Bogen Glanzpapier gleichmäßig in einer $^1/_2$ oder 1 cm starken Schicht aus und nimmt mit einem Spatel (Fig. 84)

---

[1]) vergl. a. E. Ramann, „Forstl. Bodenk. u. Standortsl.“, 1. Aufl., Berlin 1893, S. 48, A. Mitscherlich, Landw. Jahrb. 1901, S. 365 ff., W. R. Williams, Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., Bd. XVIII, S. 282 u. a. m.

die Proben in der vorstehend skizzierten Weise (Fig. 76), d. h. indem man zuerst in der Richtung a—b, dann c—d, e—f, g—h lang fährt, die so erhaltene Erde in ein besonderes Gefäß — am besten ein geräumiges Stöpsel- oder Wägeglas (Fig. 77) — bringt und darin nochmals durch Umkippen und Schütteln gehörig mischt.

Von der so erhaltenen guten Durchschnittsprobe wird nach P. Wagner[1]) ein aliquoter Teil — etwa 100 g des lufttrocknen Feinbodens — auf einer Apothekerwage auf 0,01 g genau abgewogen, mit 200 ccm einer 10prozentigen Salzsäure (spez. Gewicht = 1,049) und 300 ccm Aqu. dest. übergossen und unter tunlichst häufigem Umschütteln zwei Tage lang bei Zimmertemperatur stehen gelassen.

Fig. 77.
Wägegläschen.

Von dieser Flüssigkeit filtrieren wir, nachdem wir sie vorher nochmals ordentlich umgeschüttelt haben, 350 bis 400 ccm ohne Nachspülen und Auswaschen durch ein Faltenfilter ab und verwenden je 50 ccm zur Bestimmung des Stickstoffes, der organischen Substanz, des Kalkes, der Magnesia, des Kalis und Eisens.

Hierbei hat man jedoch, um immer mit einer Lösung von gleicher Stärke zu operieren, die Karbonate zu berücksichtigen. In Böden, die reich an kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia sind, ermitteln wir daher die „Basizität“ vorerst nach VIII A, a. Darauf gibt man für je 1 % Calciumkarbonat 10 ccm 22,6prozentige (spez. Gewicht 1,111), den Rest (bis 200) 10prozentige HCl, ferner 300 ccm Wasser zu den 100 g Boden und verfährt weiter, wie oben angegeben.

Um möglichst die natürlichen Verhältnisse nachzuahmen, dürfte es sich übrigens empfehlen, den Boden nicht mit salz-, sondern mit kohlensäurehaltigem Wasser auszulaugen. Das letztere bereitet man sich nach J. Koenig[2]) zweckmäßig auf folgende Weise: 1500 ccm Aqu. dest. werden bei gewöhnlicher Temperatur und mittlerem Luftdruck vollständig mit Kohlensäure (aus einer Bombe) gesättigt und darauf mit 4500 ccm destilliertem Wasser verdünnt, so daß man eine zu $^1/_4$ mit Kohlensäure gesättigte Lösung erhält.

Von dem zu untersuchenden Feinboden (< 1,5 mm), dessen Wassergehalt vorher festgestellt war, werden 1500 g in einer gut verschließbaren Flasche möglichst bis 0,1 g genau abgewogen, mit 6 l unseres kohlensäurehaltigen Wassers übergossen und umgeschüttelt. Der Boden bleibt mit dem Wasser 3 Tage lang unter häufigem

[1]) P. Wagner, „D. Stickstoffd. d. landw. Kulturpfl.“, Berlin 1892, S. 297, „D. Düng. m. schwefels. Amm. usw.“, Arb. d. D. L.-G., 80, S. 43.

[2]) „Untersuchung landw. u. gewerbl. wicht. Stoffe“, Berlin 1891, S. 23—24.

und regelmäßig wiederholtem Rollen der Flasche auf einer weichen Unterlage in Berührung, darauf werden 4000 ccm der Flüssigkeit — entsprechend einem Extrakt von 1 kg trockenem Boden — tunlichst klar abgehebert, in einer luftdicht verschlossenen Flasche 24 Stunden lang stehen gelassen, schließlich unter Bedecken des Trichters mit einem Uhrschälchen durch ein doppeltes Filter abfiltriert.

Ist das Filtrat noch nicht klar, so dampft man dasselbe unter Zusatz von Salzsäure auf etwa 300 bis 400 ccm ein, filtriert den abgeschiedenen Ton ab und bringt sodann das Filtrat wieder auf 4 l. In diesen 1000 g trockenem Boden entsprechenden 4000 ccm der kohlensauren Flüssigkeit wird die Bestimmung der einzelnen Pflanzennährstoffe ausgeführt. — Ob es angemessen ist, die Wasserextraktion öfters [nach Ulbricht[1]) viermal] zu wiederholen, bedarf noch näherer Untersuchungen. Für unsere speziellen Zwecke genügt diese eine — exakt durchgeführt — vollkommen.

Die im absorbierten Zustande im Boden vorhandenen Nährstoffe (Kalk und Kali) bestimmt O. Kellner[2]) durch Extraktion des Bodens mit einer gesättigten Salmiaklösung. Zu diesem Behuf bringt er 20 g Feinboden in eine größere Platinschale, setzt 50 ccm der in der Kälte gesättigten Salmiaklösung zu und digeriert das Gemisch unter häufigem Umrühren mit einem Platinspatel $^1/_2$ Stunde lang auf dem Wasserbade. Nach dem Absetzen des Bodens wird die überstehende Lösung in einen 1000 ccm Maßkolben abfiltriert, mit heißem Wasser nachgespült und sodann der Boden zum zweiten Male in gleicher Weise behandelt. Nach 15 bis 20fachem Extrahieren wird beim Abdampfen über der Flamme das Filtrat keinen Rückstand mehr hinterlassen. Die Flasche wird hierauf zur Marke aufgefüllt, und es wird sodann nach gehöriger Mischung in 250 ccm dieser Lösung = 5 g Boden der Kali-, sowie in 125 derselben der Kalkgehalt bestimmt.

Will man die Absorptionskoëffizienten eines Bodens feststellen, so bereitet man sich eine vollständige Nährlösung, indem man Kalium-, Calciumnitrat, Magnesiumsulfat und saures Kaliumphosphat (PO_4H_2K), von jedem Salze $^1/_{50}$ Molekül pro Liter auflöst (s. „Lösungen“ am Schluß), 500 ccm dieser Lösung mit 125 g Boden 24 Stunden unter Umschütteln behandelt, alsdann 300 bis 400 ccm abfiltriert und hierin die Mengen der sämtlichen Bestandteile oder doch jedenfalls die Menge Kalium, Calcium und Phosphorsäure bestimmt. — Diese Bestimmungen führt man zweckmäßig bei einer Temperatur der Lösungen von 17 ^{0} C aus.[3])

Für Zwecke der Bonitierung genügt nach Knop[4]) die Bestimmung des Absorptionsvermögens für Ammoniak. „Zu diesem

---

[1]) „E. Beitr. z. Method. d. Bodenanal.“, Landw. Vers.-Stat., Bd. V, S. 207 ff.

[2]) ebenda, Bd. XXXIII., S. 359 ff.

[3]) K. Bieler u. W. Schneidewind, „D. agrikult.-chem. Versuchsst. Halle a. S.“, Berlin 1892, S. 93.

[4]) Landw. Vers.-Stat., Bd. XVII, S. 85 ff.

Zwecke werden 50 g der durch das Feinsieb mit Maschen von 1/4 bis 1/3 mm hindurchgegangenen Erde mit 5 g Kreidepulver gemischt. (Dieser Zusatz von Kreide ist besonders bei kalkarmen Böden notwendig und hat den Zweck, die bei der Absorption des Ammoniaks aus dem Chlorammonium frei werdende Salzsäure zu binden.) Die Mischung von Boden und Kreide wird alsdann mit 100 ccm einer Salmiaklösung unter öfterem Umschütteln 48 Stunden in Berührung gelassen.

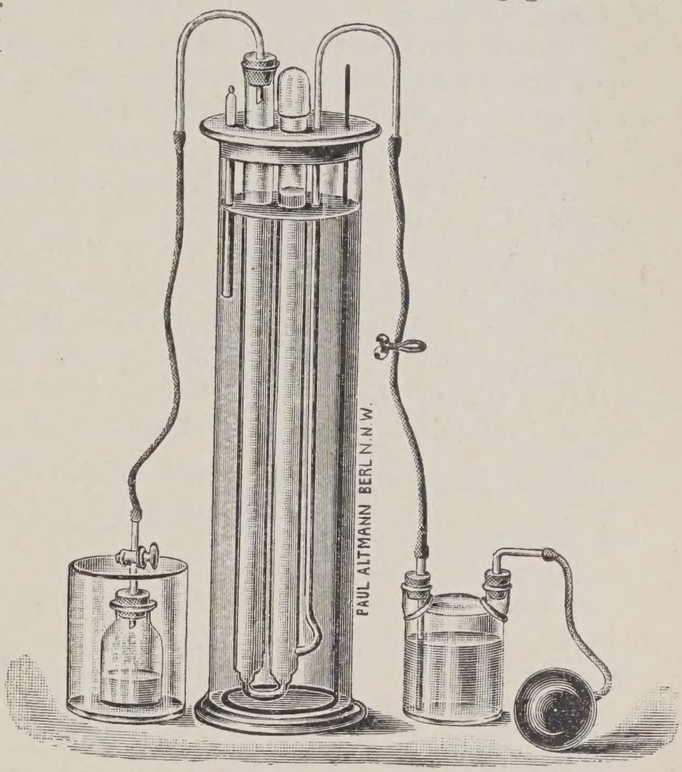


Fig. 78.
Azotometer nach Knop-Wagner.

Die Salmiaklösung wird so bereitet, daß sie in 208 ccm 1 g Salmiak = 0,2616 g Stickstoff enthält, welche bei der Zersetzung in Knops Azotometer genau den Raum von 208 ccm (bei 0^0 und 760 mm) einnehmen, so daß also 1 ccm der Lösung dem gleichen Volumen Stickoxydgas entspricht. Nach der Digestion mit dieser Lösung wird durch ein trockenes Filter filtriert und in 20 bzw. 40 ccm des Filtrates der Stickstoff mittels des Knopschen Azotometers bestimmt. Aus der Differenz ergibt sich die Menge Stickstoff, welche durch 50 g Erde aus 100 ccm der Lösung absorbiert wurde, und damit auch die Prozentzahl. Die Zahl, welche die Mengen Stickstoff in Kubikzentimetern ausdrückt, wird als die Absorptionsgröße bezeichnet und dient als Maßstab für das Absorptionsvermögen verschiedener Erden."

Für die praktische Bodenkunde ist der Nachweis wichtig, welche Substanzen a) im Boden absorbiert werden können, und b) in welchen Mengen das der Fall ist.

a) Hierüber liegen zahlreiche Versuche vor,[1]) welche u. a. von A. Mayer[2]) und Ramann[3]) übersichtlich zusammengestellt sind:

Kali wird im allgemeinen sehr stark absorbiert, und zwar

[1]) s. insbes. d. grundleg. Arb. v. J. M. van Bemmelen, Landw. Vers.-Stat., XXI, S. 135 ff., XXIII, S. 265 ff.

[2]) „Lehrb. d. Agrikulturchemie", Heidelberg 1901, 2. Teil, 1. Abt., S. 99—100, Dafert a. a. O., 203 ff.

[3]) „Forstl. Bodenkunde und Standortslehre", Berlin 1893, S. 137 bis 139, Mitscherlich, „Bodenkunde", S. 265 ff.

zunächst durch wasserhaltige Doppelsilikate,[1]) deren Basen anstatt seiner in Lösung gehen. So kann eine Kalilösung aus einem Tonerde-Kalksilikat den Kalk verdrängen und ein Tonerde-Kalisilikat bilden. — Das Kaliumkarbonat- und Kaliumhydroxyd kann durch die schwerer lösliche Salze bildenden Humussäuren gebunden werden. — Kalisilikat und kohlensaurer Kalk verbinden sich zu zeolithartigen Verbindungen.

Phosphorsäure bildet mit Tonerde, Eisenoxyd, Kalk und Magnesia unlösliche Salze; sie wird in dieser Weise beispielsweise von Calciumkarbonat und Eisenoxydhydrat gebunden (s. S. 370). Auch die Doppelsilikate vermögen sich — und zwar, je basischer sie sind, desto mehr — wegen ihrer unbestimmten Sättigungskapazität an der Phosphorsäureabsorption zu beteiligen.

Kalk wird als kohlen-, humus-, phosphor- oder kieselsaurer im Boden festgehalten.

Stickstoff wird als Ammoniak ähnlich dem Kalium durch Kohlensäure, Humussäuren[2]) und Kieselsäure gebunden — letzteres in Form von einem wasserhaltigen Doppelsilikat. Das kohlensaure Ammoniak der Jauche dürfte meist durch Humussäuren im Boden absorbiert werden (s. S. 109). Ganz besonders wird aber das Ammoniak durch die Bodenflüssigkeit absorbiert, wie folgende Beobachtungen von v. Dobeneck[3]) zeigen:

Feuchtes, gasförmiges Ammoniak wurde über feuchten Boden geleitet und von diesem bei 20° C absorbiert.

	Bodenart			
	Quarz	Kaolin	Humus	Kalk
	Wassergehalt			
	23,0 %	21,2 %	49,5 %	22,5 %
100 g Boden absorbierten . .	12,2 g	11,8 g	38,9 g	12,3 g
oder berechnet auf das Bodenwasser: 100 g Wass. absorb	53,0 g	55,7 g	78,6 g	54,7 g

pro	Kaolin absorbierte ferner bei einem Wassergehalt von					
	0 %	11,7 %	21,2 %	30,3 %	41,1 %	53,7 %
100 g Boden	3,26 g	6.62 g	11,79 g	16,38 g	21,83 g	27,87 g
bzw. 100 g Wasser	(49,8 g)	56,60 g	55,70 g	54,00 g	53,10 g	51,90 g

Ist in einem Boden kohlensaurer Kalk vorhanden, so verhalten sich die Salze mit starken Mineralsäuren nach Ad. Mayer zum Teil

1) Eichhorn, Landw. Jahrb. 1875, Bd. IV, S. 1 ff.

2) A. Koenig, ebenda, 1882, Bd. XI, S. 1 ff. — „Humusböden binden Kali ungefähr ebenso stark als Ammoniak; Phosphorsäure wird nur insoweit festgelegt, als Mineralbestandteile vorhanden sind, die mit ihr unlösliche Salze bilden.“

3) Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphys., Bd. XV, S. 217.

auch wie freie Basen oder wie Karbonate, da eine teilweise, aber unter der Mitwirkung der Absorption fortschreitende Umsetzung der beiden genannten Körper eintritt.

b) Von noch größerem Interesse ist für uns der Nachweis darüber, welche Nährstoffmengen der Boden jeweilig zu absorbieren vermag. Das läßt sich jedoch nur von Fall zu Fall unter Anwendung der im voraufstehenden skizzierten Methoden entscheiden.

Daß die chemische Absorption der Ackererde von der praktischen Wertschätzung des Bodens unabhängig ist,[1]) ersieht man deutlich aus dem von Emmerling[2]) veröffentlichten, umfangreichen Material. Derselbe bestimmte die Absorptionskoëffizienten diverser Böden für Phosphorsäure und Stickstoff, indem er je 100 ccm einer Lösung von Monocalciumphosphat (= 0,14 g P_2O_5) bzw. 100 ccm einer Chlorammoniumlösung (= 0,14 g N) 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur auf je 50 g lufttrockene Feinerde einwirken ließ, sofort filtrierte und die noch in Lösung befindliche Phosphorsäure usw. ermittelte:[3])

Bodenklasse	Zahl der Bestimmungen	Absorptionskoëffizienten der verschiedenen Bodenklassen für			
		Phosphorsäure		Stickstoff	
		im Mittel	wahrsch. Schwankung ±	im Mittel	wahrsch. Schwankung ±
Lehmboden (diluvial):					
2. Klasse (einschl. 2—3) . .	17	95	15,0	68	12,3
3. „ („ 3—4) . .	33	95	12,1	57	12,7
4. „ („ 4—5) . .	17	109	16,4	57	17,6
5. „	5	97	17,5	36	6,1
leichter	6	101	19,5	32	10,4
mittlerer, milder oder guter	3	96	15,9	55	11,7
schwerer	4	107	21,5	95	16,1
Sandboden:					
4. Klasse (einschl. 3—4 u. 4—5)	9	106	20,4	39	7,6
5. „ („ 5—6) . . .	11	98	14,6	35	8,9
6. „ („ 6—7) . . .	10	111	36,1	30	6,5
Marschboden:					
2. Klasse	11	104	17,1	102	17,8
3. „	19	88	25,6	77	14,1
4. „	3	178	48,6	95	4,8
schwerer	3	107	14,1	100	10,7
der Wiedingharde	3	140	23,5	92	5,9

[1]) Knop, „Die Bonitier. d. Ackererde“, Leipzig 1872.

[2]) „Agrikultur-chemische Untersuchungen“, Eine Festschrift, Kiel 1895, S. 68—185, 232—239.

[3]) Mitscherlich, „Bodenkunde“, S. 266 ff.

Wir hatten früher gesehen (S. 49), daß die Nährstoffe, sobald sie nicht mehr wasserlöslich, sondern chemisch an die festen Bodenpartikelchen gebunden sind, nicht den gleichen Wert für uns haben wie zuvor. Dadurch, daß das Düngesalz chemisch von dem Boden absorbiert wird, verliert es mithin an Wert. In der chemischen Absorptionsfähigkeit des Bodens ist nun aber gerade wieder die Möglichkeit gegeben, die im Boden gebundenen Pflanzennährstoffe latent zu machen. Das gilt, wie Seite 366 bereits gesagt wurde, in verstärktem Maße vom Kali. Führt man einem Boden starke Düngungen von Kalk-, Magnesium- oder Natriumsalzen zu, so vermögen die Basen derselben jenes aus den Doppelsilikatverbindungen zu verdrängen und in Lösung zu bringen. Auf diese Weise kann das Natrium das Kali ersetzen, deshalb vermag ferner eine Kalkdüngung die Erträge momentan so wesentlich zu steigern u. a. m.

Kulturversuche usw. mit dem Schlamm.

1. Sowohl von dem feuchten wie dem an der Luft getrockneten Boden füllen wir, nachdem wir ihn gegebenen Falls in gleicher Weise und mit den nämlichen Mengen derselben Substrate wie den Schlamm abgedüngt haben, je eine Portion in mehrere von den nebenstehend abgebildeten (Fig. 79), innen paraffinierten Standzylindern ein. Hier drücken wir sie in einer der Mächtigkeit und der Struktur der nutzbaren Schlammkrume entsprechenden Schicht mehr oder minder fest an, beschicken den Zylinder in der durchschnittlichen Höhe des Wasserstandes im Weiher mit dem betreffenden Teichwasser (für Uferproben verwenden wir zweckmäßig paraffinierte größere Bechergläser oder Glaswannen) und stellen die Zylinder endlich, um die natürlichen Verhältnisse nach Möglichkeit nachzuahmen, im Freien auf.[1]) Durch ähnliche Manipulationen, wie sie Seite 286 geschildert wurden, ferner zeitweises Aufrühren des Schlammes u. a. m. werden wir recht interessante Einblicke in den Stoffkreislauf in unserem Gewässer, die Wechselbeziehungen der einzelnen Faktoren, den Wert jedes von ihnen u. a. m. uns zu verschaffen imstande

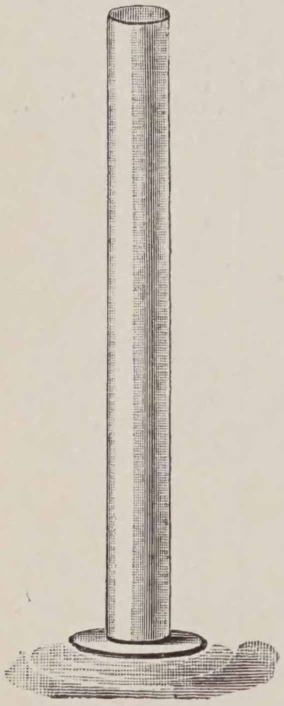


Fig. 79.
Standzylinder.
(P. Altmann, Berlin.)

[1]) Prinz Carolath-Saabor in Prot. IV d. Schles. Fisch.-Ver.

sein. — So läßt sich der Einfluß der Impfungen mit verschiedenen Materialien gerade hier (und in den Topfversuchen) am leichtesten eruieren. — Können wir die solchergestalt erhaltenen Resultate obendrein durch gleichzeitige Versuche in kleinen Gruben kontrollieren, so bedeutet das einen nicht zu unterschätzenden Vorteil; trotzdem dürfen die Resultate auch dann noch nicht verallgemeinert, auf die Praxis im großen übertragen werden.[1])

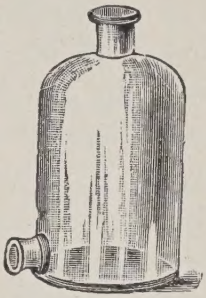


Fig. 80.
Flasche mit Tubus am Boden.
(P. Altmann, Berlin.)

2. Sickerwassermengen.[2]) Den Boden eines mit einem feinmaschigen Drahtsieb verschlossenen, geräumigen, hohen Zylinders aus Zinkblech oder glasiertem Ton füllen wir derart an, daß wir eine aus der Untergrundschicht des Schlammes (10 bis 20 bis 30 cm) beschaffte feuchte, grobe Dürchschnittsprobe in einer 10 bis 20 bis 30 cm dicken Schicht recht fest einstampfen, auf diese den eigentlichen Nutzschlamm in einer 10 cm starken Lage fest aufschichten, analog dem Wasserstande behutsam Teichwasser aufgießen und das durchgesickerte durch frisches ergänzen. Ein auf einer Konsole oberhalb des Zylinders montiertes Faß mit einem Heber und einer Gummischlauchleitung, oder besser noch eine ebenso aufgestellte paraffinierte, geräumige Flasche mit Tubus am Boden (Fig. 80), besorgt den Ersatz automatisch; als Regulator dient ein Schraubenquetschhahn (Fig. 81). Das abgesickerte Wasser kann in einem größeren Gefäß mit Hilfe eines Trichters gesammelt, nach Kapitel I, II auf seine Zusammensetzung hin untersucht oder besser noch, im Vergleich zum zufließenden nach Zuntz (S. 286), biologisch geprüft werden. Eine solche Prüfung nimmt man nach einiger Zeit auch mit jeder der beiden Schlammschichten für sich, und zwar in feuchten

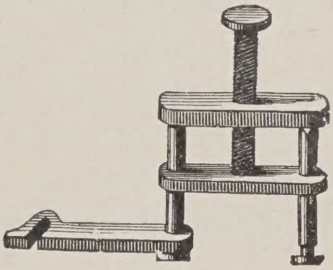


Fig. 81.
Schraubenquetschhahn.
(P. Altmann, Berlin.)

[1]) All. Fisch.-Ztg. 1897, S. 321, Deut. Fisch.-Ztg. 1897, S. 245.

[2]) D. v. Welitschkowsky, Arch. f. Hygiene, Bd. II, S. 499 — 510, Wollny, Forsch. a. d. Gebiet d. Agrikulturphys., Bd. XIV, S. 13, C. Flügge, Ztschr. f. Biologie, Bd XIII, S. 465, v. Klenze, Landw. Jahrb., Bd VI, S. 113 u. 114, Mitscherlich, „Bodenkunde“, S. 194 ff.

wie an der Luft getrockneten Proben im Standzylinder und Topf vor. Die Unterschiede werden, mit dem ursprünglichen Material verglichen, meist recht kraß ausfallen.

3. Kulturversuche im Topf.[1]) Am Boden mit einer Öffnung versehene, gleich weite und hohe Gefäße aus glasiertem Ton oder Blech werden mit je denselben Quantitäten a) von feuchtem, b) gut an der Luft getrocknetem Nutzschlamm versehen in ihrer obersten Krume in der gleichen Stärke, wie man sie für den Teich im Auge hat, mit den verschiedenen, auf ihre Düngerwirkung zu prüfenden Substraten beschickt (einige zur Kontrolle dienende bleiben ohne diesen Zusatz), dann mit je 10 bis 12 Körnern Sommerroggen (Senf, Buchweizen) bzw. 6 bis 8 Erbsen First crop besät und im Freien aufgestellt bzw. besser noch in den Boden eingegraben (mit Zetteln aus unverwaschbarer oder Nummern aus Ätztinte versehen, Düngung genau notieren!). In trockenen Perioden ist zu gießen. Je nach Erfordernis wird der Boden in den Gefäßen, namentlich in der ersten Zeit, gelockert oder nicht. Sind die Früchte reif, werden sie dicht über dem Boden abgeschnitten, von jedem Topf apart gewogen, in numerierten Bündeln getrocknet und wieder gewogen. Schließlich bestimmt man Stroh- und Körnerertrag, und analysiert man jeden der beiden für sich nach Kap. III.

III. Die chemischen Bestimmungsmethoden.

I. Wasserbestimmungen.

a) Zirka 5 g der gut gemischten Probe werden im Wägegläschen so lange bei etwa 90° C im Trockenschrank getrocknet, bis Gewichtskonstanz eintritt, bzw. die folgende Wägung ein Ansteigen der Werte zeigt. Man verfährt also folgendermaßen: Die Substanz wird zunächst mit dem Wägegläschen (Deckel öffnen) 6 bis 8 Stunden lang in den konstant auf 90° C gehaltenen Trockenschrank gestellt, dann herausgenommen, im Exsikkator erkalten gelassen und gewogen (Deckel des Gläschens schließen!). Hierauf gibt man das Gläschen in den Trockenschrank zurück

[1]) vergl. K. Bieler u. W. Schneidewind a. a. O., S. 135/137.

(Deckel öffnen!), läßt 3 Stunden lang stehen, im Exsikkator erkalten und wägt; so fährt man fort, bis zwei Tarierungen gleiche Zahlen ergeben oder die letzte wieder höher ausfällt, z. B.:

lufttr. Subst. =	49,5446	1) = 49,0211	2) = 48,0999	3) = 48,0999	
Gläschen =	45,2248			45,2248	
	4,3198			3,8751	
lufttr. Subst. =	52,5486	1) = 52,0442	2) = 51,8996	3) = 51.8972	4) = 51,8978
Gläschen =	47,2299			47,2299	
	5,3187			4,6673	

b) Nach der konventionellen einfachen Methode[1]) werden die 5 g lufttrockener Substanz 3 Stunden lang bei 100 bis 110° im Trockenschrank gehalten, im Exsikkator erkalten gelassen und gewogen. Für exakte Wasserbestimmungen genügt diese Methode jedoch nicht, weil bei höherer Temperatur eine Oxydation der im Boden enthaltenen organischen (humosen) Stoffe stattfindet und das absolute Gewicht der Trockensubstanz durch diesen Vorgang zunimmt. Man wähle also lieber a).

II. Stickstoff nach Kjeldahl, modifiziert von Ulsch.[2])

20 ccm des salzsauren bzw. kohlensauren Extraktes, entsprechend 5 g Boden, werden in einem Aufschließkolben mit 20 ccm Phosphorschwefelsäure, einer Prise Kupferoxyd und 5 Tropfen 10prozentiger Platinchloridlösung versetzt und zuerst gelinde, später unter lebhaftem Sieden so lange erhitzt, bis die Flüssigkeit vollständig klar und grün geworden ist. Sollte die Schaumbildung zu stark sein, so kann man sie durch eine kleine Beigabe von Paraffin dämpfen.

In Figur 82 ist ein Apparat zum Aufschließen einer größeren Menge von Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl abgebildet, dessen Anschaffung sich aber nur dort empfiehlt, wo Gas oder ein größerer Gasentwickelungsapparat zur Verfügung steht, in derartigen Fällen aber um so eher empfohlen werden muß, wenn Massenanalysen beabsichtigt werden. — Da beim Aufschließen des N die sehr lästigen Dämpfe von schwefliger Säure massenhaft auftreten und durch dieselben die Atmungswerkzeuge heftig gereizt werden, nehme man

---

[1]) K. Bieler u. W. Schneidewind, „Die agrikulturchem. Versuchsstation Halle a. S.“, Berlin 1892, S. 12 ff.

[2]) E. Wein, „Agrikulturchem. Analyse“, Stuttgart 1889, S. 22. Mitscherlich, „Bodenkunde“, S. 260—261.

diese Prozedur nur unter dem mit einer Lockflamme versehenen Abzug (Kap. III) vor.

Nach dem Erkalten versetzt man den Inhalt des Kolbens vorsichtig mit ca. 100 ccm destilliertem Wasser, läßt wieder erkalten, versetzt mit 50 ccm konzentrierter Kalilauge und Schwefelkalium, wie Seite 172 Figur 31, angegeben, fügt zwei Zinkspiralen oder etwas Zinkstaub (um Siedepunktsverzögerungen und dadurch ein „Stoßen" zu vermeiden) hinzu, verbindet den Kolben sofort mit dem zu der mit 10 oder 20 ccm $^{n}/_{4}$ Schwefel- und einigen Tropfen neutraler Rosolsäure, sowie 30 ccm Aqu. dest. beschickten Vorlage führenden Glasrohr (Fig. 26) und destilliert mit starker Flamme 30 Minuten lang. Das weitere Verfahren ist dasselbe, wie Seite 171 angegeben.

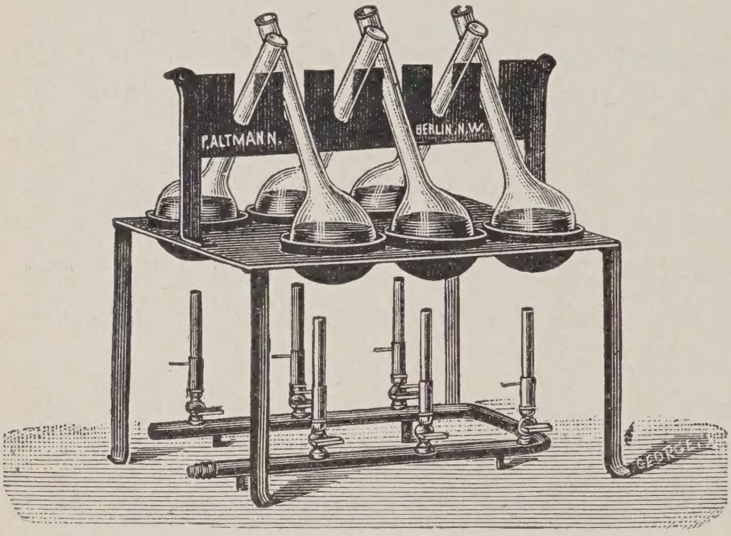


Fig. 82.
Digestionsapparat.

Die in Figur 82 skizzierten Aufschließkolben haben den Vorteil, daß sie direkt an den eigentlichen Destillationsapparat gebracht werden können, daß also das Seite 172 geschilderte Überspülen vermieden wird.

Einen Apparat für sechs Destillationen nach Kjeldahl, der wiederum für alle die Fälle, wo Gas vorhanden ist und wo Massenanalysen angestellt werden sollen, äußerst zu empfehlen ist, liefert Paul Altmann-Berlin komplett zusammengestellt zu zivilen Preisen (Fig. 83).

In vielen Fällen dürfte es erwünscht sein, nicht nur den wasserlöslichen, sondern auch den überhaupt in einem Boden vorhandenen Stickstoff kennen zu lernen; dann wägt man je 1 bis 2 g der betreffenden „Feinerde" in einen Kjeldahl-Kolben ab, versetzt dieselbe wie oben mit 30 ccm konzentrierter, stickstofffreier Phosphorschwefelsäure usw., erhitzt zunächst mit kleiner, dann — etwa nach $^{1}/_{2}$ Stunde — mit starker Flamme und verfährt weiter, wie Seite 171/172 angegeben. Nur muß man vor der Destillation

zu dem mit Wasser aufgefüllten, schwefelsauren Flüssigkeitsgemisch alsdann 100 ccm konzentrierter Kalilauge und Schwefelkalium unter den Seite 172 angegebenen Kautelen zusetzen, um alles Ammoniak latent zu machen.

Sehr häufig werden sich im Kolben während des Kochens mit Schwefelsäure schwarze Partikelchen von verkohlter organischer Substanz oben am Bauche bzw. unten am Halse festsetzen. Da dieselben Fehler bedingen, muß man versuchen, sie durch Schütteln des Kolbens (Öffnung vom Körper abhalten!) herunter zu bringen.

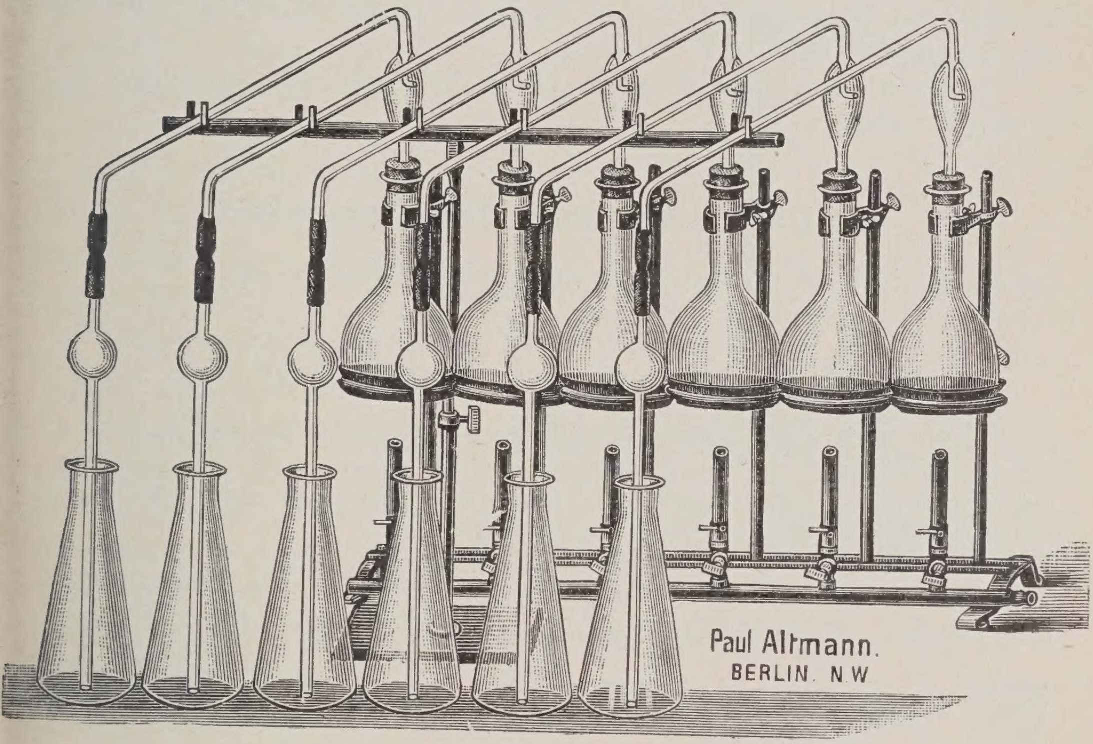


Fig. 83.
Destillationsapparat für Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl.

Besondere Aufmerksamkeit widme man in der ersten Zeit des Erhitzens mit kleiner Flamme allen stark humushaltigen, also vor allem den Torf- und Moorproben. Dieselben fangen unter starkem Schäumen gern an zu „steigen“. Ist das der Fall, nimmt man schnell die Flamme weg und wartet mit dem Erhitzen so lange, bis die Reaktion vorüber ist. Sollte sich bei weiterem Kochen ein fester, gallertartiger Kuchen am Boden des Digestionskolbens bilden, so gibt man noch 10 ccm Phosphorschwefelsäure zu, muß aber alsdann bei der Destillation die Menge der Kalilauge natürlich dementsprechend erhöhen.

Ein in den Kochkolben geworfenes Stückchen Lakmuspapier dient uns als Indikator dafür, ob die zugegebene KOH-Lauge hinreicht oder nicht. Im positiven Falle wird dasselbe bei der beim Kochen

eintretenden Mischung von jener mit der Flüssigkeit blau, anderenfalls bleibt es rot. Man verfährt alsdann, während die Flamme unter dem Kochkolben weiter brennt, in der Seite 172 beschriebenen, in Figur 32 skizzierten Manier, verlöscht die Flamme, läßt erkalten, unterschichtet mit einer neuen Portion Kalilauge, gibt weiter Zinkstaub bzw. Zinkspiralen zu und verfährt wie oben. Die $^n/_4$ Schwefel- oder Salzsäure in dem als Vorlage dienenden Erlenmeyer-Kolben muß ev. so stark mit Wasser verdünnt werden, daß die Spitze der Destillationsröhre c (Fig. 32) 1 bis 2 cm weit in sie eintaucht.

Phosphor-Schwefelsäure: In 2 l konzentrierte Schwefelsäure bringt man langsam und unter stetigem Umrühren 250 g Phosphorsäure-Anhydrit ein.

Schwefelkaliumlösung: 250 g Schwefelkalium in 1000 ccm Wasser gelöst.

III. Die Bestimmung des Ammoniaks

geschieht in dem Filtrat, wie Seite 169 b angegeben.

IV. Der Nachweis der Salpetersäure und
V. der wasserlöslichen organischen Substanz

wird in dem salz- bzw. kohlensauren Bodenextrakt wie beim Wasser ausgeführt.

Da es bei der Bestimmung der im Boden vorhandenen organischen Substanz mindestens ebensosehr auf deren Gesamtmenge, wie auf diejenigen Quantitäten, welche ins Wasser überzulaugen vermögen, ankommt,[1]) möchte ich demjenigen Laboranten, welcher über eine Platinschale und eine auf 0,01 g ausschlagende Wage (Fig. 85) verfügt, lieber zu folgendem Verfahren raten, was uns bei genauem Einhalten der von Schloesing[2]) bzw. Mitscherlich[3]) angegebenen Kautelen zugleich den Kalk, Sand, Ton und die organische Substanz (den

Fig. 84.
Platinspatel.
(P. Altmann, Berlin.)

---

[1]) O. Amberg, „Beiträge z. Biologie d. Katzensees", Inaug.-Diss., München 1900, Schorler u. Thallwitz a. a. O., S. 43 ff

[2]) L. Grandeau, „Handb. d. agrik.-chem. Anal.", Berlin 1879, S. 105 ff.

[3]) A. Mitscherlich, „Beurt. d. phys. Eigensch. d. Ackerb. m. Hilfe seiner Benetzungswärme", Inaug.-Diss., Kiel 1898.

Humus) mit einer an die Elementaranlage grenzenden Genauigkeit liefert:

5 g der auf einer Präzisionswage abgewogenen, lufttrockenen Substanz werden mit möglichst wenig Wasser übergossen und darauf so lange an den Wänden einer Porzellanschale gerieben und abgeschlämmt, bis die überstehende Flüssigkeit klar bleibt. Der in der Schale restierende Sand wird zunächst zur Seite gestellt. Das Abgeschlämmte wird unter gelindem Erwärmen mit Salzsäure schwach angesäuert, dann ammoniakalisch und von neuem schwach sauer gemacht. Hierauf filtriert und bestimmt man den Kalk nach Seite 182 ff.

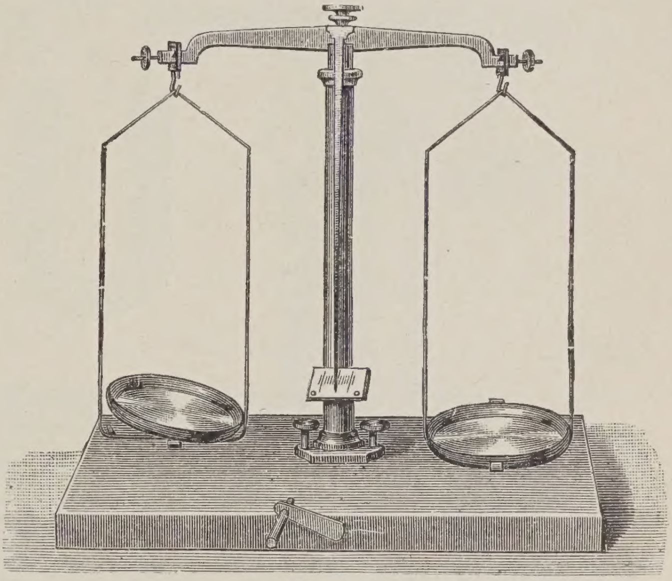


Fig. 85.
Präzisionswage.
(P. Altmann, Berlin.)

Der Filterrückstand wird quantitativ in das Becherglas zurückgespült, hier mit 1 bis 1,5 ccm konzentriertem Ammoniak versetzt und unter häufigem Umrühren 4 bis 5 Stunden stehen gelassen, dann mit 100 ccm Wasser übergossen und von neuem 24 Stunden lang hingestellt. Hierauf wird abermals abgeschlämmt und der Sand mit der vorher zurückgestellten Probe vereinigt. Der Sand wird endlich bei 125° C getrocknet, geglüht und gewogen.

Wenn ein Glasstab, mit dem man die in ein Becherglas übergespülten Schlämmprodukte umrührt, an den Wänden nicht kratzt, so ist das ein Zeichen dafür, daß man keinen Sand fälschlich mit übergeschlämmt hat.

Um den S a n d von den Mineralbestandteilen zu trennen, übergießt man den Inhalt der Schale mit Salzsäure, erhitzt einige Minuten im Wasserbade und filtriert; den Rückstand spült man quantitativ auf das Filter, übergießt ihn hier einmal mit Salpeter-, zweimal mit Salzsäure und wäscht ihn bis zum Verschwinden der

Chlorreaktion (s. S. 213) mit destilliertem Wasser aus. Das Filter wird mit dem Rückstand in einen Platintiegel gebracht, verascht, geglüht, im Exsikkator erkalten gelassen und gewogen.

Um neben dem Sande noch die Kieselsäure zu isolieren, verfahren wir in der Seite 228 bis 229 geschilderten Weise.

Zu der den „Ton“ und die gelösten Humussubstanzen enthaltenden abgeschlämmten Flüssigkeit werden nun, um das schnellere Absitzen des ersteren herbeizuführen, 4 bis 5 g Chlor-

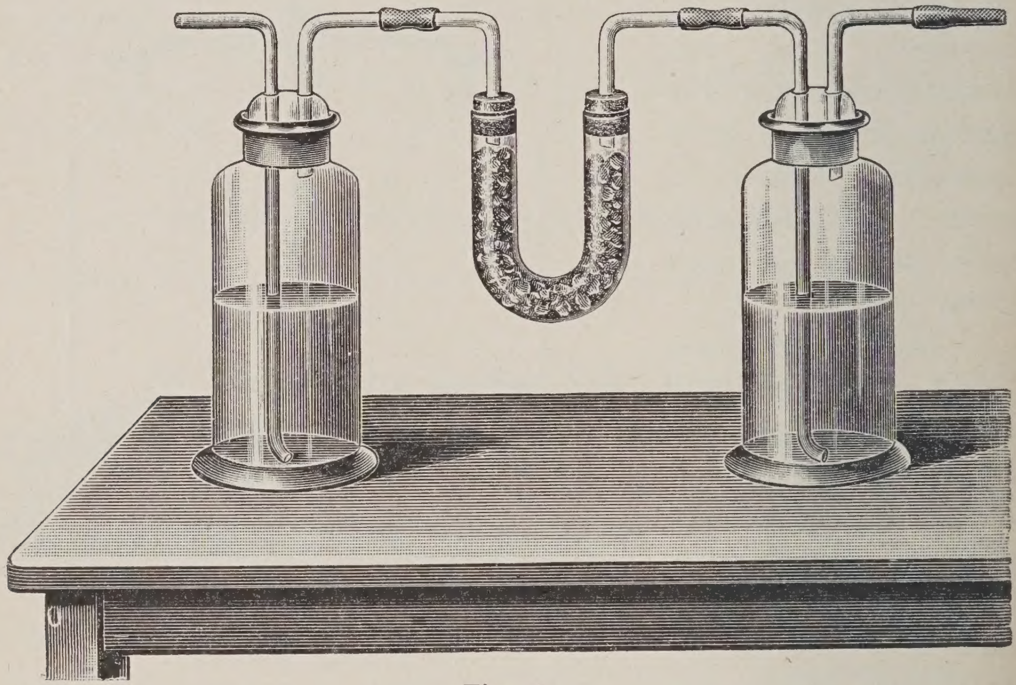


Fig. 86.
Gaswaschflaschen nach Bunsen.

kalium zugesetzt. Der Ton wird dann abfiltriert, bei 150° C mit veraschtem Filter getrocknet, gewogen, geglüht und wieder gewogen.

Da hierbei in Ammoniak unlösliche humose Pflanzenteile als „Ton“ mitbestimmt werden, tut man nach Mitscherlich[1]) bei subtilen Analysen gut, eine humusfreie Untergrundprobe desselben Tones wie oben angegeben zu behandeln und so die Differenz rechnerisch zu ermitteln.

VI. Humus.

a) Gewichtsanalytisch. 1. Das Filtrat von der Tonbetimmung, welches eine gelbliche bis dunkelbraune Färbung hat,

[1]) „Bodenkunde“, S. 34—35.

wird zur Humusbestimmung, um die Kohlensäure zu entfernen, mit Essigsäure aufgekocht. Durch Zusatz von essigsaurem Blei wird der Humus als flockig-brauner Niederschlag gefällt, auf ein gewogenes Filter gebracht, bei 100° C getrocknet, gewogen, geglüht und das essigsaure Blei zurückgewogen.

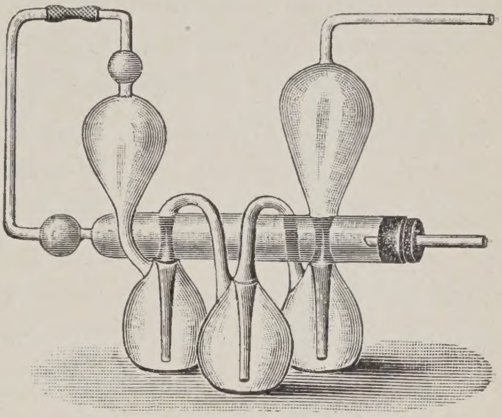


Fig. 87.
Liebigscher Kaliapparat.

Berechnung: 5 g trockener = 7,467 g feuchter Boden. Darin Sand = 2,326 g, Kalk 0,322 g, Ton = 1,236 g, Humus 1,082 g + 0,034 g (denn Ton + Humus Glühverl. = 0,088 g, Ton aus Untergrund Glühverl. = 0,054 g), also Humus = **1,116 g.**

2. 75 g Boden[1]) werden in einem Kochfläschchen mit 20 ccm Wasser und 30 ccm konzentrierter Schwefelsäure übergossen, vorsichtig umgeschüttelt, unter mehrmaligem Ausziehen der Luft aus dem Fläschchen stehen gelassen, bis das Gemisch erkaltet und die im Boden vorhandene, fertig gebildete Kohlensäure vollständig entfernt ist. Darauf gibt man 5 g reine Chromsäure bzw. 7 bis 8 g Kaliumbichromat in das Fläschchen, verbindet dieses rasch mit dem nebenbei skizzierten Apparat, welcher zunächst Waschflaschen mit konzentrierter Schwefelsäure und einem Chlorcalciumrohr für die Absorption des mitgerissenen Wassers enthält (Fig. 86) und daran anschließend einen vorher genau gewogenen Liebigschen Kaliapparat (Fig. 87) zur Absorption der CO_2. Der Kaliapparat enthält eine KOHlauge, welche durch Lösen von 1 Teil Kalihydrat in 1 Teil Wasser hergestellt ist. —

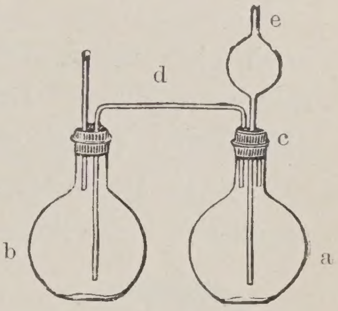


Fig. 88.
Kohlensäure-Bestimmungsapparat nach Bunsen.

Nachdem der Apparat in der geschilderten Weise zusammengestellt ist, erwärmt man anfangs nur sehr gelinde, später stärker bis auf 90 bis 95° C, erhält die Flüssigkeit eine Zeitlang auf

[1]) J. Koenig, „Untersuchung landw. und gewerbl. wicht. Stoffe", Berlin, Paul Parey.

dieser Temperatur, entfernt dann die Flamme, leitet kohlensäurefreie Luft eine Weile durch und ermittelt schließlich die Gewichtszunahme des Kaliapparates. Die Enden desselben werden beim Wägen durch Stückchen Gummischlauch, welche kleine, passende Glasstöpsel schließen, abgesperrt.

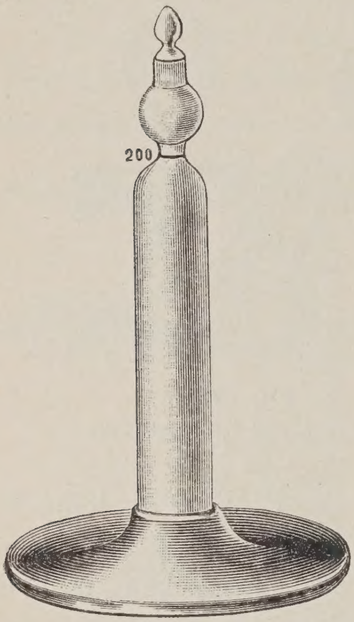


Fig. 89.
Standzylinder nach Zuntz.

Um die Luft CO_2 frei zu machen, wird dieselbe durch mit Kalilauge gefüllte Waschflaschen geleitet; man schiebt also vor den Waschflaschen mit Schwefelsäure noch zwei solche mit starker KOHlauge ein.

b) Titrimetrisch kann man die aus dem Humus gebildete Kohlensäure auf folgende Weise bestimmen: Man füllt eine wie in Figur 88 montierte Doppelflasche mit einer genau abgemessenen Menge starker KOHlauge, schließt dieselbe an die Waschflaschen an und verfährt genau, wie oben beschrieben. Der Vorsicht halber und, um etwaige Verluste, die nur geringfügig sein können, auszuschließen, läßt man das Gas, welches die KOHlauge passierte, in gleicher Weise noch eine mit BaOHlauge beschickte Flasche vom Boden aus durchstreichen. Der Inhalt derselben wird in der Seite 119 skizzierten Weise auf Kohlensäure untersucht.

Nach Beendigung des Versuches pipettiert man ein größeres Quantum, etwa 100 ccm, sowohl von der ursprünglichen, zur Füllung des Apparates benutzten — welche immer präformierte Kohlensäure enthält —, als auch von der im Versuch verwendeten Lauge ab, bringt sie in je einen von den beifolgend skizzierten 200 ccm-Standzylindern (Fig. 89), versetzt sie bis zur Marke mit einer 10prozentigen Chlorbaryumlösung (hergestellt aus 10 g von reinem Chlorbaryum auf 90 ccm von ausgekochtem, destilliertem Wasser), schüttelt um und läßt den flockigen, weißen Niederschlag sich bis zum anderen Tage absetzen.

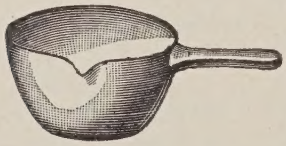


Fig. 90.
Porzellankasserolle
(P. Altmann, Berlin.)

Am folgenden Morgen pipettiert man je 20 ccm von der klaren Flüssigkeit ab (es darf nichts von dem milchigen Niederschlage

in die Pipette kommen), versetzt mit neutraler Rosolsäure und titriert, am besten in einer Porzellankasserolle mit Stiel (Fig. 90), unter Kochen so lange gegen Normal-Säure, bis die Übergangsfarbe bleibt.

Auf diese Weise kann übrigens auch die im Liebigschen Apparat absorbierte CO_2 titrimetrisch bestimmt werden.

1 ccm $^n/_1$ SO_3 = 1,2 ccm CO_2 = 0,002 g CO_2; 151,8 mithin = **0,304 g CO_2.**

Es wären somit bei der Umsetzung des in unserer Bodenprobe enthaltenen Humus 0,304 g Kohlensäure entstanden. Da nun nach J. Koenig[1]) 1 g CO_2 = 0,472 g Humus entspricht, ergibt eine Berechnung wenigstens Annäherungswerte für den Humusgehalt des Bodens.

Die Bestimmung des Humus nach dieser Methode liefert zwar nur Annäherungswerte, weil, wie G. Loges nachgewiesen hat,[2]) gewisse organische Substanzen (z. B. Wurzelreste, Huminsäure usw.) durch die Chromsäure nicht vollkommen oxydiert zu werden pflegen, trotzdem kann dieselbe immerhin wenigstens als gutes Orientierungsmittel für praktische Zwecke gelten, und das um so eher, als an die Bestimmung des Humus nach der sicheren Elementaranalyse unter Verhältnissen, wie sie den biologischen Stationen oder gar dem Praktiker zur Verfügung stehen, nicht zu denken ist.

Welche gewichtige Rolle die organische Substanz im Stoffkreislauf des Wassers spielt, ist bereits Seite 238 ff. näher erörtert worden; trotzdem uns nun aus leicht ersichtlichen Gründen für unsere speziellen Zwecke anscheinend einzig diese wasserlösliche organische Substanz, insbesondere deren leicht zersetzlicher Teil, interessieren muß, sehe ich mich doch veranlaßt, auf die im Boden vorhandenen, mehr oder minder schwer löslichen Massen hier etwas näher einzugehen. Bilden diese doch — gleiche Verhältnisse vorausgesetzt — ebensowohl fürs Wasser wie für das Feld die Hauptquelle der Ertragfähigkeit, und stammt doch aus den früher entwickelten Gründen die im Wasser gelöste organische Substanz zum guten Teil aus dem Boden her. — Gestützt auf unsere Untersuchungen von sehr verschiedenartigen Gewässern und besonders auf die unter seiner Leitung von W. Knörrich[3]) angestellten planmäßigen Becherglasversuche über die Ernährung von Algen und Daphnien, behauptete vor einigen Jahren Zuntz, daß das Wasser die organische Substanz selbst erzeugen könne und müsse, daß wir also von einer Zufuhr derselben absehen dürfen und die im

[1]) „Untersuchung landw. u. gewerbl. wichtiger Stoffe“, Berlin 1899, E. Wolff, „Anl. z. Unt. landw. Stoffe“, 4. Aufl., S. 185.

[2]) Landwirtschaftliche Versuchsstationen 1883, Bd. 28, S. 229.

[3]) Ploener Berichte 1900, Bd. VIII, S. 13 ff.

Dorfteich oder ähnlichen Weihern obwaltenden Zustände als verschwenderisch bezeichnen müssen.[1]) Diese anscheinend sehr plausible Theorie habe ich mir seinerzeit zu eigen gemacht (s. „Die Karpfenzucht", S. 190 u. 250); auf Grund meiner Beobachtungen in recht vieler Herren Ländern bin ich inzwischen jedoch wesentlich anderer Meinung geworden.

Bekanntlich entwickeln von Zeit zu Zeit bedeutende Männer aus Theorie und Praxis eine sehr lebhafte Propaganda für den viehlosen Betrieb in der Landwirtschaft, weil sie erstens den Mist vollständig durch die von den Leguminosen produzierten organischen Massen und die künstlichen Düngemittel ersetzen zu können glauben[2]) und zweitens die Viehhaltung (Mast) sich für zahlreiche Güter unrentabel gestaltet.[3]) Viele haben es versucht, die meisten aber sind davon abgekommen und — gegenwärtig wird der Mist bzw. Kompost vom Gros unserer Landwirte höher denn je zuvor eingeschätzt, möchten wir nicht bloß den Ackerschlägen, sondern auch unseren Wiesen am liebsten alljährlich reichlich Dung oder Kompost zukommen lassen.[4])

Die Ansicht von Zuntz hat wohl für solche Seen einige Berechtigung, die gleich einer Wiese als geschlossenes Ganzes daliegen, von nur einer Person befischt werden, und in (auf) deren Grunde eine mehr oder minder starke Humusschicht ruhig lagert. So wie aber,

---

[1]) Fischerei-Zeitung 1900, S. 97 ff.

[2]) A. Stöckhardt, „Chem. Ackersmann", „Chem. Feldpredigten", Leipzig 1851, A. Roeder, „Zehn Jahre Mist und zwanzig Jahre künstl. Düngung", Chem. Ackersmann, Leipzig 1872, H. Werner, „Der landwirtschaftl. Ertragsanschlag", Breslau 1887, S. 132 ff., M. Märcker in P. Parey, „Bücherverzeichnis", Berlin 1890, S. 13 ff., A. Küster, D. Landw. Presse 1883, No. 91, 92, 93, „Nutzviehloser Betrieb d. Landwirtschaft", Neudamm 1902, Dehlinger, „Viehlose Gründungwirtschaft a. schw. Bod.", Berlin 1894 (2. Aufl.), John Prout, „Lohnender Ackerbau ohne Vieh", dtsch. v. A. Küster, 4. Aufl., Berlin 1904.

[3]) s. Eisbein, „Die Mästung d. landw. Nutztiere", Bautzen 1904, S. 150 ff., Areboë, „Die Rentabilität d. Viehhaltung", Jahrb. d. D. L.-G. 1899, S. 29, Howard, Deutsch. landw. Tierz., Bunzlau 1871, No. 41, „Die Produktionskosten d. wicht. Feldfrüchte", Berlin 1901.

[4]) s. M. Märcker, „Lauchstädter Berichte", Landw. Jahrb. 1897, 1899; Ill. landw. Ztg. 1901, No. 3, J. Kühn, „Die zweckmäß. Ernähr. d. Rindviehs", 3. Aufl., Dresden, S. 1 u. 148, Knauer, „Rübenbau", S. 112, Becker, „Leitfad. d. Düngerl.", Bautzen 1902, S. 32, 61, Th. Pfeiffer, „Stickstoffs. Bakt., Brache u. Raubbau," Berlin 1904, Mitscherlich, „Bodenkunde", S. 136 ff., M. Hoffmann, Arb. d. Deutsch. Landw.-Ges., H. 121, S. IV ff. — Vergl. a. d. treff. Ausführ. v. Wagner pro et contra, „Stickstoffd. d. landw. Kultpfl.", Berlin 1892, S. 282 ff. u. a. m.

wie bei der überwiegenden Mehrzahl der Teiche, der Mensch mit der Kultur einsetzt, zur Erzielung von höheren und höchsten Erträgen die organische Substanz aufzuschließen sucht, ist er auch zum Ersatz der fehlenden Stoffe nach Maßgabe der von ihm an das Wasser gestellten Ansprüche verpflichtet. Die Teich-, See- oder Flußsohle ist eben kein Öd- oder Weideland mehr, sondern sie ist zum Kulturboden geworden, deswegen gelten alle für den Acker ausschlaggebenden Momente auch für sie vollinhaltlich. — Die Bücher unserer großen (schlesischen) Wechselwirtschaften geben uns dafür die allerschönsten Belege, und die wiederholt von mir angezogene Ertragfähigkeit der Strecke Berlin—Potsdam wäre ohne die zeitweilig von der Kapitale bzw. Spandau ausgehenden intensiven Düngungen speziell mit agiler organischer Substanz einfach undenkbar. Gerade auf dieser Strecke lassen sich übrigens — ähnlich wie auf der Unterelbe bei und hinter Hamburg — sehr interessante Beobachtungen über die „Fäulniskraft des Bodens und Wassers“ anstellen. Bei Berlin ist dieselbe erschöpft, daher die Kalamitäten, in Spandau finden sich dagegen schon wieder zahlreiche Muscheln, Schnecken, empfindlichere Luft- und untergetauchte Pflanzen an, mehren sich die Fische langsam ebenfalls; so geht das in ansteigender Reihe bis nach und hinter Potsdam, wo zudem die in der Hydrobiologie bisher viel zu wenig gewürdigten Wechselbeziehungen zwischen Fluß und See in selten scharfer Weise hervortreten. Hübner gibt als Ertrag dieser Strecke 60 Mk. pro Hektar an; nach S. Schüler u. a. liefern gewisse Kolke usw. in und bei Potsdam, weil in ihnen die nunmehr vollkommen „entgifteten“ Düngermassen, begünstigt von der geringen Strömung, zur Wirkung kommen, auf der gleichen Fläche — **pro 1 ha** — **Netto**-Erträge von **über 100 Mk.** (s. Kap. IV). — Ein Vergleich zwischen Öd-, Acker- und Gartenland zeigt uns, daß, je öfter (ceteris paribus) der Boden bewegt wird, desto größere Düngermengen er verbraucht, desto mehr er aber auch relativ und effektiv bringt. So produziert unter unseren Breiten an organischer Substanz ein Quadratmeter in maximo: als Ödland 48, schlechte Wiese 60 bis 120, Fettweide 650 bis 800, Rieselwiese 870 bis 1400, als Acker bei Körner-800, bei Zwischenfruchtbau 1200 bis 1300, als Gartenland dagegen 2000 bis 2500 g.

Halten wir diesen konkreten Zahlen die Produktivität von Gewässern pro Hektar gegenüber: Seen und Flüsse 12 bis 20, gut gedüngt und intensiv befischt bei schwacher Strömung aber bis **150**, erstklassige Teiche 120 bis 150, gedüngt 200, Dorfteiche 400 bis 500 kg Fischfleisch, finden wir auch hier wieder, daß der am meisten durchgeknetete und -gearbeitete zwar die größten Düngermengen schluckt, dafür aber die höchsten Erträge liefert. Setzen wir nämlich an Stelle des Fischfleisches die zur Erzeugung desselben nötigen Quantitäten Naturnahrung ein, so kommen wir auf über **8000 g** organische Substanz pro Quadratmeter (bei gewissen Dorfteichen) noch hinaus **(s. S. 378 ff.)**.

Während die Weiher früher — wie jetzt vielfach noch die Winterungen und Moorteiche — gemeinhin jahrelang unter Wasser gehalten bzw. nach beendeter Abfischung schleunigst wieder bespannt und höchstens nach dreijähriger Ausnutzung mehrere Jahre gesömmert, d. h. landwirtschaftlich bebaut wurden, lehrte uns Dubisch die Vorteile des Trockenliegenlassens über Winter oder einige Sommermonate kennen.[1]) Frost, Luft und Licht dringen ein und lockern, krümeln und zersetzen die tennenartige Schlammschicht. Der Boden wird entsäuert, saniert u. a. m., und es wird dadurch die Tätigkeit der guten Bakteriengruppen wesentlich erleichtert. Das gilt besonders von den Sommermonaten mit ihren das Wachstum der Spaltpilze befördernden hohen Temperaturen. Daher **„sömmern, wo nur irgend angängig, zu sömmern“** (Šusta). Um wieviel ein Pflügen, eine vernünftige Bearbeitung, die Erträge steigern muß, braucht hier nicht näher erörtert zu werden — NB. so vorzügliche Dienste der Schäl- und Anhäufelpflug durchgehends geleistet haben, so viel hat der Dampfpflug schon verdorben! — Sehr gut bewährt sich auf schweren, bindigen Böden neben dem Pflügen die Drainage (Gasch). Kein Wunder, ist und bleibt doch bei dieser Maßnahme (bis zu einer gewissen Grenze) ein gründliches Austrocknen die Hauptsache, und zeigen uns doch fortgesetzte eingehende Beobachtungen, daß die salpeterbildenden und andere nützliche Bakterien und Fermente (z. B. des Mistes) zwar amphibisch sind, bei längerem Aufenthalte im Wasser aber an Virulenz verlieren und erst durch einen derartigen „Trockenprozeß“ wieder gekräftigt werden müssen![2]) — Natürlich wird gemäß seiner physikalischen und chemischen Eigentümlichkeiten jeder Boden auch eine typische Flora von Spaltpilzen und Fermenten besitzen. Zur Erzielung von Höchsterträgen werden wir daher gut tun, tätige Erde auf träge zu bringen et vice versa. — Das Gesagte möge ein Beispiel illustrieren: Humoser Tonboden mit Mist gedüngt enthielt in 100 Teilen trockener Substanz: 20,6 org. Substanz, 1,2 Stickstoff und 3,5 Kalk. Je eine trockene (a), abdrainierte feuchte (b) und nicht abdrainierte Quetschstelle (c) wurden mit dem Kapitel I, Seite 245 genannten Kompost überspritzt. Nach 30 Tagen (unmittelbar vor der Einsaat) zeigte: a = 3,2, b = 4,4, c dagegen **0,8 %** N., die Erträge waren demgemäß: a = 470, b = 620 und c = **140** g organ. Substanz (Sommerroggen pro Quadratmeter nach den Wolffschen Tabellen berechnet). — Trotz dieser mannigfachen Vorteile ist in neuerer Zeit recht oft und viel an dem Dubisch-System herumgemäkelt worden. Den Reigen eröffnete J. Frenzel, der, gleich seinem Nachfolger P. Schiemenz, der Ufer- und Grundfauna den

[1]) Öst.-ung. Fisch.-Ztg. 1880, S. 229, M. v. d. Borne, „Züchtet Sommerlaichfische“, Berlin 1882, S. 12, Benecke, „Teichwirtschaft“, Berlin 1885, S. 40 ff., C. Nicklas a. a. O., S. 228 ff., P. Morcinek, „Beitr. z. Gesch. d. Dubisch-Syst.“, Wien 1906.

[2]) A. Koch-Göttingen, „Bodenbakter. u. Stickstofffrage“, Verh. d. Ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte, 74. Vers., Leipzig 1903, I, S. 185.

Löwenanteil bei der Ernährung unserer Friedfische zuschreiben zu müssen glaubte[1]) und in dem jeweiligen Durchfrierenlassen des Bodens eine bedeutende und unnötige Behinderung von deren Entwickelung erblickte. Das ist theoretisch zweifelsohne richtig und muß praktisch bis zu einem gewissen Grade ebenfalls zugegeben werden. In letzter Zeit hatte ich aber reichlich Gelegenheit, gerade mit solchen Leuten zu sprechen, die, wie Gasch, Morcinek, Sperling, die Verwalter der Teschner Domänen u. a., Dubisch und seine Zeit als praktische Teichwirte mit durchgemacht und seither reichlich Gelegenheit gehabt haben, die Vor- und Nachteile seines Verfahrens an der eigenen Tasche auszuprobieren. Sie alle erklärten einstimmig und ohne irgend welchen Vorbehalt die alljährliche Winterbrache der Flächen, namentlich in Verbindung mit Weidegang und Mischlingsbau, für den allein gangbaren Weg, sie legten aber auch sämtlich der Grund- und Uferfauna durchaus nicht den Wert bei, den ihr Schiemenz u. a. so gerne zudiktieren möchten. Hier ist eben die Qualität des Materiales durchaus ausschlaggebend. — Speziell Morcinek verdanke ich folgende interessante Angaben:

Produktivität pro Hektar und Jahr kg:

	Alter Betrieb		Neuer Betrieb		
Teichserie A:	1859—1861 . .	100	1875—1880 . .	168[2])	
	1865—1867 . .	120	1881—1886 . .	102	
	1872—1874 . .	140	1887—1892 . .	90	
			1893—1898 . .	100	Ackerung
			1898—1903 . .	140	Düngung
			1904 u. 1905 . .	180	Weidegang.

Daß ein einfaches Trockenliegenlassen der Weiher über Winter oder einige Sommermonate, noch mehr aber eine von einer Kalkung begleitete Bodenbearbeitung, besonders auf leichten Böden, nichts anderes als einen Raubbau darstellt, ist im voraufstehenden schon hinreichend ventiliert worden, trotzdem wird man, so lange die Caronschen Ansichten nicht durch exakte Versuche widerlegt sind — und das ist zurzeit durchaus noch nicht der Fall[3]) — bezüglich der schwereren Böden und der echten Sömmerung, d. h. der Brachhaltung während der Sommermonate, sich einige Reserve im Urteil auferlegen, im übrigen aber im Hinblick auf die von der verwandten Landwirtschaft für Bodenbearbeitung und -düngung alljährlich verausgabten

---

[1]) Übrigens zeigen doch gerade die früheren Untersuchungen von Schiemenz über die Fisch.-Verh. d. kl. Jasm. Boddens — Mitt. d. D. Seefisch.-Ver. 1898, No. 12 u. a. m. —, wie sehr sich die Nahrung der Fische den jeweiligen Verhältnissen anpaßt.

[2]) Während der voraufgegangenen Jahre hatte sich natürlich viel toter Schlamm im Untergrunde angesammelt, der nun erschlossen wurde.

[3]) Die Frage wird im Auftrage der sehr rührigen D. Landw.-Ges. zurzeit durch eine Anzahl wissenschaftlicher Institute geprüft.

horrenden Summen gern zugeben müssen, daß, ganz abgesehen von einigen wenigen Ausnahmefällen, in der bei weitem überwiegenden Mehrzahl unserer Teichwirtschaften, vor allem den Latifundien, von einem rationellen oder intensiven Betriebe durchaus nicht die Rede sein kann, das Gros unserer Teichwirte, trotz eines Šusta, Walter, Zuntz, Vogel, Giesecke, vielmehr **Nomadenwirtschaft** oder **primitivsten Raubbau** treibt. — Nach M. Hoffmann-Berlin[1]) verausgabte die Deutsche Landwirtschaft — abgesehen von Kalk, Mergel und Gips — im Jahre 1905 allein für Handelsdünger, in runden Summen ausgedrückt:

Knochenmehl . . .	659806 dz	. . . .	7000000 Mk.
Guano	714849 „	. . . .	12000000 „
Superphosphat . . .	9937802 „	einschl. Mischdünger	80000000 „
Thomasmehl	11278575 „	. . . .	38000000 „
Kalisalze	8000000 „	. . . .	24000000 „
Chilisalpeter	3953853 „	. . . .	80000000 „
Schwefels. Ammoniak	2054164 „	. . . .	50000000 „
Verschiedenes . . .	500000 „	. . . .	10000000 „
		Insgesamt	301000000 Mk.
Davon ab für Mischdünger		. . . .	25000000 „
			276000000 Mk.

Dem Dubisch-System verdanken Burda u. a. ihre pekuniären Erfolge, die um so größer waren, je mehr Humus sich im Schlamme angesammelt hatte,[2]) und um so rascher ins Gegenteil umschlugen, je magerer erstens der Boden und je intensiver zweitens die Bearbeitung desselben war. Während die Erträge der schlesischen Wechselwirtschaften schon längst wieder auf, ja unter das frühere Niveau hinuntergesunken sind, steigen die von Wittingau, Grosskaniów u. a. gemäß der dort geübten rationellen Zufuhr von Nährstoffen, und besonders von organischer Substanz, eher an. — Bekanntlich wirkt der Kalk nicht nur äußerst günstig in physikalischer, chemischer und hygienischer Beziehung auf den Boden ein (s. S. 188—195), weit mehr noch nützt er als Nährmaterial der nitrifizierenden Bakterien und Bindemittel für die von diesen gebildete Salpetersäure. Mäßig angewendet steigert und sichert er die Erträge auf Jahre hinaus, während andernfalls auf sehr ertragreiche Perioden bald der Abfall folgt.

VII. Freie Humussäuren.

Zur Bestimmung der freien Humussäuren schüttelt Knop[3]) 100 g lufttrockene Erde mit 200 ccm einer ammoniakalischen

1) Arb. d. D. Landw.-Ges., H. 121, S. XV ff.

2) s. a. Th. Pfeiffer, „Stickstoffs. Bakt., Brache u. Raubbau“, Berlin 1904.

3) Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Bd. 8, S. 40.

Lösung von salpetersaurem Calcium, welche so bereitet und titriert ist, daß sie in dieser Menge 1 gr CaO und die der Salpetersäure äquivalente Menge Ätzammoniak enthält (s. „Titrierte Normallösungen“ am Schluß).

Nach öfterem Umschütteln im Verlaufe von 24 Stunden filtriert und mißt man einen Teil der ammoniakalischen Flüssigkeit ab und bestimmt darin den noch vorhandenen Kalk, sei es titrimetrisch, sei es gewichtsanalytisch (s. S. 182). Der fehlende Kalk ist, wie Knop bemerkt, fast ganz von der Humussubstanz des Bodens gebunden und drückt teils die vorhandene Menge, teils auch gewisse Eigenschaften derselben aus.

VIII. Kalk

kann in 50 ccm des Filtrates sowohl mit der Magnesia zusammen durch Seifenlösung (s. S. 180/181), als auch weiterhin für sich allein nach den Seite 182 ff. angegebenen Methoden, endlich gewichtsanalytisch folgendermaßen bestimmt werden:

a) Man fügt zu 50 ccm vom Filtrat des Bodenextraktes einige Körnchen chlorsaures Kali, ferner so viel Ammoniak, daß die Flüssigkeit eben schwach alkalisch reagiert, und erhitzt so lange zum Kochen, bis der Geruch nach Ammoniak nicht mehr wahrnehmbar ist. Den Niederschlag filtriert man auf einem aschefreien Filter ab, wäscht 6 bis 8mal mit heißem Wasser aus, gibt das Filter mit dem Niederschlag in einen vorher gewogenen Platintiegel, glüht, läßt im Exsikkator (Fig. 39) erkalten und wägt als

IX. Eisenoxyd und Tonerde.

Die Hälfte des ermittelten Gewichtes wird aus $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ bestehend angenommen.

Das Filtrat säuert man mit Essigsäure an, kocht auf, fügt während des Kochens so lange tropfenweise konzentrierte Lösung von Ammonium oxalat. zu, bis nichts mehr ausfällt, und gibt von letzterem noch einen größeren Überschuß. Das mit einem Uhrschälchen zugedeckte Becherglas wird eine Zeitlang (2 bis 3 Stunden) auf der heißen Ofenplatte oder auf dem angeheizten Wasserbade, dann über Nacht bei Zimmertemperatur stehen gelassen.

Am nächsten Morgen filtriert man, wäscht 8 bis 10mal mit heißem Wasser aus, bringt das Filter in den Platintiegel, glüht

zunächst über gewöhnlicher, nicht zu großer Flamme unter öfterem Umwenden des Tiegels, bis dessen Inhalt eine weiße Masse bildet, dann — um alles oxalsaure Calcium in Calciumoxyd überzuführen — 10 Minuten im Gebläse, läßt im Exsikkator erkalten und wägt. Die gefundene Menge ist **CaO**.

Zunächst einige Worte über das Filtrieren. Zu filtrierende Flüssigkeiten bringen wir zweckmäßig in ein Bechergläschen mit Ausguß. Nachdem sich der Niederschlag, sei es bei längerem Stehen in der Hitze oder Kälte, sei es nach Ausschütteln oder Ausrühren, gesetzt hat, bestreichen wir den Rand der „Schnauze" des Bechergläschens mit ein wenig reinem Fett, fassen das Becherglas mit der linken Hand und lassen die Flüssigkeit derart an einem mit Gummischlauch am Ende überzogenen Glasstab hinablaufen, daß das Filter, welches zunächst in der Linie a, dann in b gefaltet (Fig. 91) in den Trichter gebracht und mit kochendem Wasser bis zum Rande gefüllt wurde,[1]) nur zu **zwei Drittel** bis höchstens **drei Viertel** voll ist. Empfehlenswerte Filter sind für alle, außer den Barytniederschlägen, für die eine besondere Marke angefertigt wird, die „Schnellläufer" (Nr. 589 „Schwarzband") der Firma Schleicher & Schüll in Düren (zu beziehen von P. Altmann, Berlin), deren Aschengehalt bei 11 cm Durchmesser nur 0,00017 g beträgt, also unter Umständen recht wohl zu vernachlässigen ist. Sollte das Filtrat, was beim Kalk leicht vorkommen kann, anfangs trübe, milchig durchlaufen, so muß es so lange wieder auf das Filter zurückgegeben werden (ein anderes reines Glas unterstellen!), bis es klar filtriert.

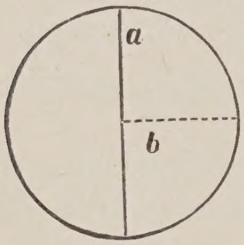


Fig. 91.
Herrichtung des Filters.

Ist das Gros des zu filtrierenden Niederschlages (mit der Flüssigkeit) in der eben geschilderten Weise auf das Filter gebracht worden, so wird das Becherglas, je nach der Vorschrift, mit kaltem oder warmem oder ammoniakalischem, destilliertem Wasser nachgespült, wobei gleichzeitig die an den Rändern oder am Boden haftenden Spuren des betreffenden Niederschlages durch fleißiges Wischen mit dem mit Gummi überzogenen Glasstabe gelöst werden. Damit fährt man fort, bis das Glas ganz rein und sauber erscheint. Schließlich wird der Gummiwischer über dem Filter abgespritzt, mit dünnem schwedischen Filtrierpapier abgewischt — das Stückchen Filtrierpapier kommt aufs Filter — und das letztere nach Vorschrift ausgewaschen.

Zum Auswaschen bedient man sich einer „Spritzflasche" (Fig. 92), in welcher auch ganz bequem das Wasser kochend gemacht werden

[1]) Ein so angespritztes Filter liegt dicht an den Rändern des Trichters an; sollte es das nicht tun, so hilft man mit dem Gummiwischer oder dem Finger nach.

kann. Nur muß, sobald letzteres siedet, die Flamme ganz niedrig geschraubt werden. Hat man Gas zur Verfügung, so benutzt man zweckmäßig einen Bunsenbrenner mit Sparflamme. Derselbe liefert nach Ausmachen der Hauptflamme ein ganz winziges Flämmchen, genügend, das Wasser heiß zu erhalten (Fig. 73). Um eine solche, mit heißem Wasser gefüllte Spritzflasche (Fig. 93) unbedenklich gebrauchen zu können, bringen wir an das Ende des „Mundstückes", nachdem wir dasselbe mit Wasser (nicht mit Speichel) befeuchtet haben, ein etwa 10 bis 15 cm langes Stück gerade passenden Gummischlauch, fassen mit der Linken die Handhabe der Spritzflasche, blasen kräftig in den Schlauch des „Mundstückes" und dirigieren mit dem geschützten Daumen und Zeigefinger der Rechten den Wasserstrahl auf alle Partien des Filters, vom Rande beginnend, jedoch so, daß jenes nur wieder zu **zwei Drittel** gefüllt wird.

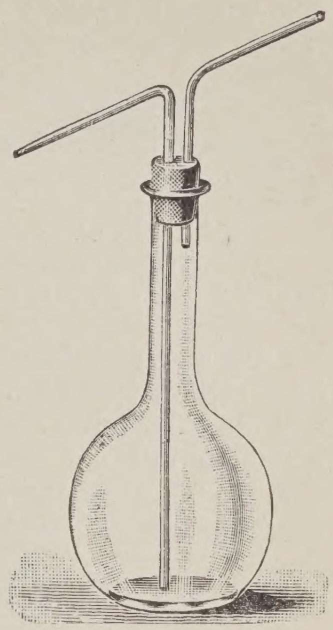


Fig. 92.
Spritzflasche.
(Paul Altmann, Berlin.)

Wollen oder müssen wir absetzen, so klemmen wir, während wir noch blasen, mit Daumen und Zeigefinger der rechten Hand den Schlauch unmittelbar vor dem Munde ab. (Diese Vorsichtsmaßregel ist notwendig, soll uns der zurückschießende Wasserdampf nicht den Mund verbrühen.)

Zum Glühen derartiger Niederschläge verwendet man, da solche aus Porzellan zu leicht springen, kleine, mit einem Deckel versehene Platintiegel. Zunächst wird das feuchte Filter, nachdem dessen oberer Rand wie bei einer Düte nach innen gebogen ist, mit dem dicken Ende voran in den vorher gewogenen Platintiegel gebracht. Dasselbe geschieht mit einem Stückchen dünnen schwedischen Filtrierpapiers, mit dem wir den ganzen Trichter, namentlich aber die Stellen, wo der Rand des Filters anlag, sauber abgewischt haben.

Den Tiegel legt man darauf in der in Figur 95 skizzierten Weise in einem Tondreieck (1—5) auf den Dreifuß, beginnt von der Spitze des Deckels an mit mäßiger Flamme zu erhitzen und schiebt erst dann, wenn das von dem Filtrierpapier eingesogene Wasser verdunstet ist, die Flamme unter den Tiegel selbst. — (Man tut gut, hier keine

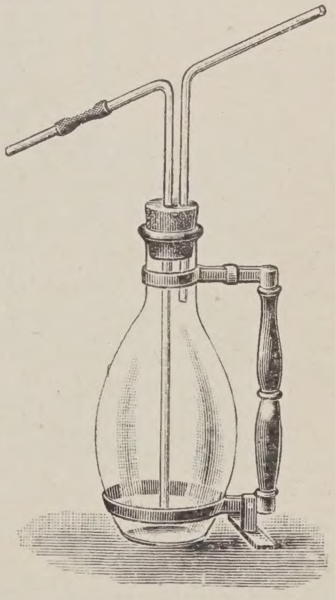


Fig. 93.
Spritzflasche für heißes Wasser.
(Paul Altmann, Berlin.)

allzu große Flamme anzuwenden; die Veraschung geht bei kleinerer viel rascher vor sich, als bei größerer.) — Zum Drehen und Wenden des Tiegels bedient man sich einer Tiegelzange (Fig. 94), deren Spitzen natürlich immer sauber sein müssen.

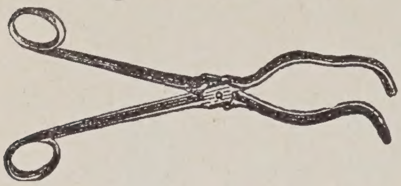


Fig. 94.
Tiegelzange.
(Max Kähler u. Martini, Berlin.)

Man legt zunächst, ehe man wendet, den Platindeckel so hin, daß er nicht herunterfallen kann, dann rückt man den Tiegel, indem man ihn am Rande faßt, in die gewünschte Lage, legt den Deckel wieder an oder auf und glüht weiter. Das wiederholt man so lange bis der zu veraschende Niederschlag gleichmäßig weiß oder hellgrau oder rötlich erscheint. — Der Platintiegel wird nunmehr aufgerichtet und der Deckel so darüber gelegt, daß ein Teil des Randes zum Anfassen mit der Zange frei bleibt. So bringt man ihn rasch in den Exsikkator (Fig. 39), stellt letzteren eine Stunde lang neben die chemische Wage und wägt den Tiegel endlich auf $^1/_{10}$ mg genau.

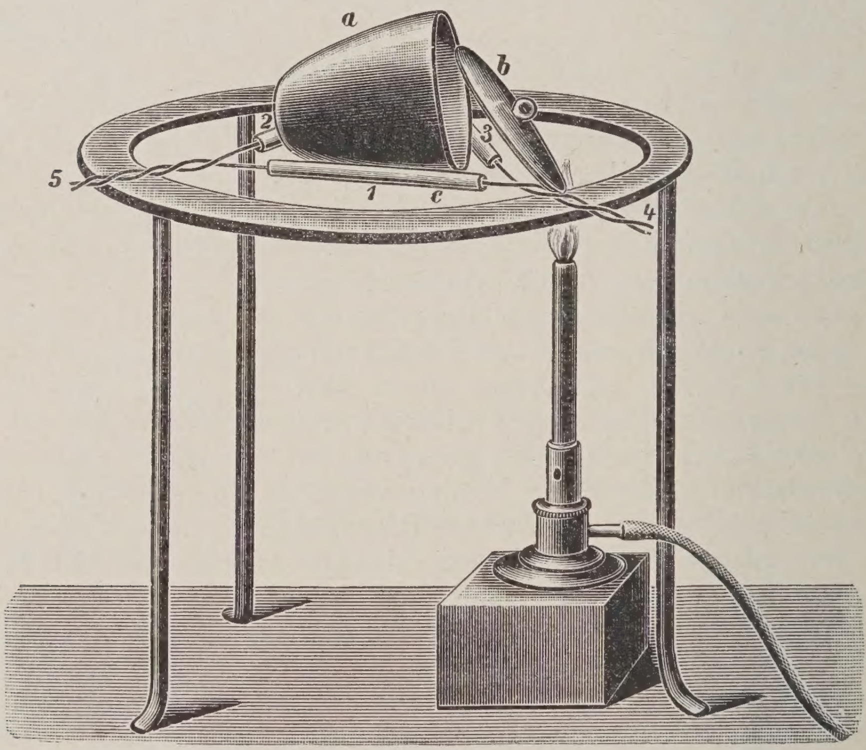


Fig. 95.
Dreifuß mit Platintiegel.

Die Einrichtung des Exsikkators veranschaulicht Figur 39, Seite 186 deutlich genug. Es werden solche geliefert, die nur ein Gefäß, speziell einen kleinen Tiegel, aufnehmen können und weiterhin solche, in denen man eine ganze Menge Wägegläschen, eventuell auch eine

geräumige Platinschale unterbringen kann, endlich dritte, die sich bequem evakuieren lassen (s. Fig. 96). Von ersteren beiden schaffe man mehrere Exemplare namentlich dann an, wenn man tunlichst viele gewichtsanalytische Bestimmungen ausführen, beispielsweise von

Fig. 96.
Vakuum-Exsikkator.

einer ganzen Reihe von Fängen, einer Menge von Wasserpflanzen und deren Samen die Trocken- und die organische Substanz bestimmen will.

In jedem Exsikkator befindet sich eine kleine Platte aus Porzellan oder Kupferdraht bzw. (bei den kleineren) ein kleines Dreieck aus letzerem, welche zur Aufnahme der zu trocknenden Gefäße bestimmt sind.

An den Boden, bzw. bei den evakuierbaren auf die oberste Etage, bringen wir vorsichtig eine Schicht von konzentrierter

Schwefelsäure oder getrocknetem Chlorcalcium, — beide, um die Feuchtigkeit aufzusaugen, — fügen den Porzellan- bzw. Kupferdrahtteller ein, so daß er später nicht „kippen“ kann, fetten den glatt geschliffenen Rand des Deckels und passen ihn derart auf, daß die Außenluft nirgends einzudringen vermag.

Nach beendeter Wägung löst man den im Tiegel enthaltenen Niederschlag in reiner Salzsäure, wischt den Tiegel eventuell unter Zuhilfenahme von etwas feinem, geglühtem Seesand sauber aus, spült mit gewöhnlichem, hierauf mit destilliertem Wasser, glüht, läßt im Exsikkator erkalten und wägt.

A. Kohlensaurer Kalk.

a) Die „Basizität“ eines Bodens (ausgedrückt in Prozenten kohlensauren Kalkes) bestimmt P. Wagner in folgender Weise:[1]) 5 g Feinboden werden in ein Becherglas gebracht, mit 50 ccm $^{n}/_{1}$ HCl übergossen und unter öfterem Umrühren 2 Stunden lang stehen gelassen. Dann wird in ein 200 ccm-Kölbchen abfiltriert, der Rückstand mit Wasser ausgewaschen, das Filtrat zur Marke aufgefüllt und genügend gemischt. 50 ccm des Filtrates werden mit Viertelnormalnatronlauge titriert. Zieht man die verbrauchten ccm $^{n}/_{4}$ NaOHlauge von 50 ab, so erhält man direkt den Gehalt des lufttrockenen Bodens an $CaCO_3$ in Prozenten.

b) Vor einigen Jahren hat M. Passon einen äußerst einfachen und handlichen Apparat zur Bestimmung des kohlensauren Kalkes im Boden angegeben. Ich kann diesen Apparat, von dessen Güte ich mich selbst durch eine Reihe von Kontrollbestimmungen überzeugt habe, um so wärmer empfehlen, als seine Handhabung eine sehr einfache und sein Preis (er ist durch F. Tiessen, Breslau, Adalbertstraße 16, komplett für 12 Mark zu beziehen) ein angemessener ist. Die Gebrauchsanweisung ist jedem Apparat auf der Rückseite beigegeben, trotzdem glaube ich das wörtlich hier wiedergeben zu müssen, was Passon über die Handhabung desselben in „Deutsche Landwirtschaftliche Presse“, Berlin 1901, No. 42, S. 367 schreibt:

„Der Apparat (Fig. 97) beruht auf demselben Prinzip wie der im chemischen Laboratorium gebräuchliche Apparat zur Bestimmung der Kohlensäure nach Scheibler; er ist aber für den bestimmten Zweck, zum Nachweise des kohlensauren Kalkes in der Ackererde, entsprechend abgeändert. Der Apparat besteht im wesentlichen aus zwei Teilen,

---

[1]) „D. Stickstoffd. d. landw. Kulturpfl.“, Berlin 1892, S. 297, „D. Düng. m. schwefels. Ammoniak etc.“, Arb. d. D. L.-G., H. 80, S. 43.

dem Entwickler E und dem Ablesrohr A. Als Entwickler dient eine weithalsige Glasflasche, welche durch einen durchbohrten Gummistopfen geschlossen wird, der in seine Bohrung dicht eingefügt das birnförmige Gefäß S trägt, welches an der sich verjüngenden Seite mit einem Loch versehen ist und zur Aufnahme von Salzsäure dient. Die Glasflasche E ist zur Aufnahme der abgewogenen Menge Erde bestimmt. Der Entwickler wird am Ende des birnförmigen Gefäßes S durch einen Gummischlauch mit dem Ablesrohr A verbunden.

Das Ablesrohr ist ein U förmig gebogenes, etwa 2 cm im Durchmesser haltendes Rohr von ungefähr 25 cm Höhe. Der rechte Schenkel des Rohres ist oben trichterförmig erweitert, damit man Wasser bequem einfüllen kann, und trägt unten ein Abflußrohr mit kurzem Gummischlauch G_2, der durch einen Quetschhahn p verschlossen wird. Der linke Schenkel trägt die Skala zum Ablesen des Gehaltes. Diese ist in Abschnitte von 4,65 ccm Inhalt eingeteilt, so daß bei einer Einwage von 20 g Erde jeder Teilstrich bei mittlerem Luftdruck und Zimmertemperatur einem Gehalt von $^1/_{10}$ Prozent an kohlensaurem Kalk entspricht. Die Marke für das vierte $^1/_{10}$ Prozent ist farbig gehalten als Grenzmarke und als ungefährer Anhalt für eine Kalkung. Liest man weniger als $^4/_{10}$ Prozent ab, so muß der Acker in der Regel mit wirksamen Kalkverbindungen versorgt werden.

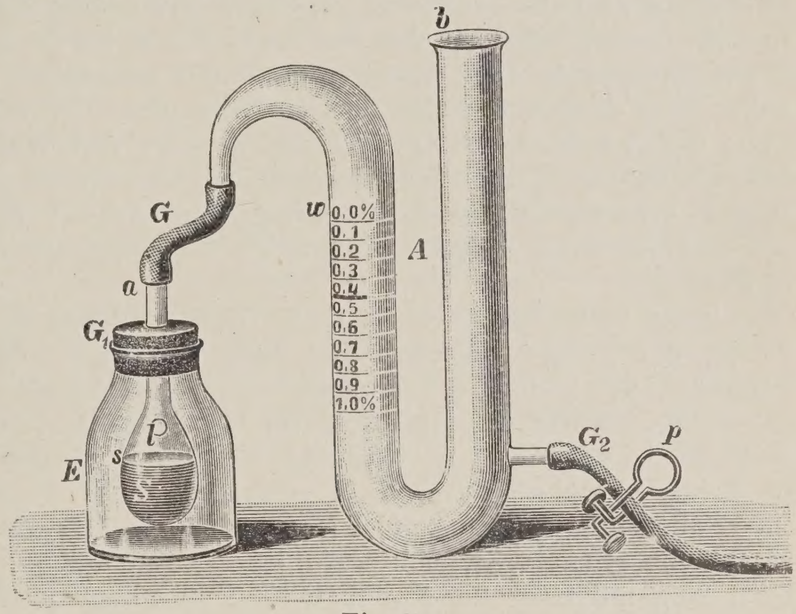


Fig. 97.
Apparat zur Kalkbestimmung im Boden.
Nach Passon.

Das Ablesrohr des Apparates ist an einem Holzgestell befestigt, so daß derselbe leicht transportabel ist.

Die Handhabung des Apparates ist folgende:

Man löse die Verbindung bei a durch Abnehmen des Gummischlauches G. Hierauf fülle man durch den Trichter bei b so viel abgestandenes Wasser in den Apparat A, daß in dem U förmigen Rohr beide Wasserspiegel auf dem Nullpunkt, also bei w, stehen.

Nun hebe man den Salzsäurebehälter S, der in dem Gummistopfen G_1 fest drin steckt, aus dem Entwickler E heraus durch

Herausnehmen von G_1. Dann schütte man 20 g der zu untersuchenden Ackererde in den Entwickler E hinein (eine kleine, ausreichend genaue Wage zum Abwägen der Erde ist jedem Apparat beigegeben), fülle durch das Loch l den Salzsäurebehälter S bis etwa zum Strich s mit verdünnter Salzsäure (2 Teile Salzsäure und 1 Teil Wasser) und stecke S vorsichtig, ohne daß dabei Salzsäure herausfließt, und fest in E hinein. Hierauf verbinde man durch den Gummischlauch G bei a den Entwickler E mit dem Ablesapparat A.

Nun neige man den Entwickler E so, daß aus S durch das Loch l die Salzsäure auf die Erde fließt. Ist kohlensaurer Kalk in der Erde enthalten, so entwickelt sich die Säure und drückt den Wasserspiegel in dem linken Schenkel des Rohres U bei w herunter, während der Wasserspiegel in dem rechten Schenkel zu steigen beginnt. Nun achte man darauf, daß das Wasser bei b nicht ausfließt, sondern man lasse durch öffnen des Quetschhahnes g so viel Wasser heraus, daß beide Wasserspiegel wieder dieselbe Höhe einnehmen. Darauf schüttele man E erst wenig und dann kräftig, immer durch die Quetschhahnvorrichtung dafür sorgend, daß beide Wasserspiegel in gleicher Höhe bleiben.

Tritt keine Veränderung mehr im Niveau der Wasserspiegel ein, so ist der Prozeß beendet, und man lese an der Skala des linken Schenkels den Gehalt der Erde an kohlensaurem Kalk in $^1/_{10}$-Prozenten direkt ab. Sollte der Gehalt unter $^4/_{10}$ Prozent bleiben, so ist eine Kalkung in der Regel notwendig,[1]) die um so stärker ausfallen muß, je mehr der Gehalt unter $^4/_{10}$ Prozent bleibt.

Sollte in der Erde so viel Kalk sein, daß das Maßrohr nicht ausreicht, die ganze entwickelte Kohlensäure zu fassen, so nehme man statt 20 g nur 10 g oder 5 g, man muß aber nachher den abgelesenen Wert mit 2 oder 4 multiplizieren.

Auch Mergelarten können in dieser Weise roh untersucht werden, indem man, je entsprechend weniger als 20 g man genommen hat, dem

---

[1]) „Es gibt mitunter Bodenarten, so besonders Quarzsandböden, die trotz ganz geringen Gehaltes an kohlensaurem Kalk auf eine Kalkdüngung nicht reagieren, doch dürften diese zu den Ausnahmen zu zählen sein; anderseits gibt es auch Böden, die kohlensauren Kalk reichlich enthalten und doch auf eine Düngung mit Ätzkalk noch lebhaft reagieren; doch auch diese Böden gehören zu den Ausnahmen.

Der erste Fall kann so erklärt werden, daß in den Böden überhaupt nur wenig Pflanzennährstoffe vorhanden sind, die durch den Kalk noch aufgeschlossen werden können, der Kalk also sozusagen keine Tätigkeit entfalten kann; der zweite Fall, daß die die Pflanzennährstoffe enthaltenden Mineralien so schwer zersetzbar sind (was leicht zersetzlich war, hat der kohlensaure Kalk bereits zersetzt), daß sie von dem schwach wirkenden kohlensauren Kalk unangegriffen gelassen werden, während der stärker wirkende Ätzkalk diese Mineralien doch noch zersetzt und die Pflanzennährstoffe aufschließt."

entsprechend den abgelesenen Wert multipliziert, um den richtigen Prozentgehalt an kohlensaurem Kalk zu erhalten."

B. Mergel.

Wie bereits wiederholt betont wurde und die Skizze 63 veranschaulicht, liegen unter der Teich-, See- und Flußsohle, namentlich in Altwässern, toten Armen, vielfach, in manchen Gegenden sogar fast durchweg, mächtige Flötze von Mergel („Wiesen-", „Seenkalk"), bekanntlich dem besten, bequemsten und unter Umständen geeignetsten Mittel zur Erhöhung und Sicherung der Erträge nicht nur des Wassers, sondern oft auch ganzer Landstriche auf Jahre, ja Jahrzehnte hinaus (Misburg b. Hannover, Sammenthin, Saabor). Diese „Nester" werden wir, weil sie zu tief liegen, bei der Probenahme nun häufig weder mit dem Handbagger (Fig. 65) noch mit der Dredge (Fig. 66) anschneiden können, wir müssen daher auf sie mit dem Schlammbohrer fahnden und mit Hilfe dieses Instrumentes weiterhin ihren ungefähren Umfang und ihre Mächtigkeit, sowie — an den heraufgebrachten Proben — ihren Gehalt feststellen. Im allgemeinen bezeichnet man jede Bodenmischung mit über 5 Prozent CaO in der Feinerde als „Mergel". Mischungen von 5 bis 50% nennt man „mager", die mit höherem Kalkgehalt „fett"; ferner unterscheidet man, je nach der Art der erdigen Bestandteile bzw. dem Kalkgehalt: Ton-, Lehm-, Sand-, Stein-, Kalk- und humosen, sowie nach der Herkunft: Diatomeen-, Muschelmergel usw. Meist ist der Kalk in Form des kohlensauren in dieser Substanz enthalten, doch finden sich — vornehmlich in den oberen Schichten — auch salpeter-, schwefel-, phosphor- und humussaure Verbindungen, indessen ständig nur in geringen Mengen vor. Wir können aus den Kohlensäurewerten mithin recht wohl auf den Kalkgehalt eines Mergels schließen.

Die Kohlensäure und damit den Gehalt an kohlensaurem Kalk im Mergel ermittelt Pagenstecher[1]) auf folgende Weise:

Zur Ausführung dieser Bestimmung benutzt er den in Figur 88, Seite 413 abgebildeten Bunsenschen Apparat. Derselbe besteht aus zwei durch eine vom Boden des einen (b) in den Hals des anderen (a) ragende Glasröhre (d) verbundenen, ca. 50 ccm fassenden Kölbchen, die außerdem mit je einem im Halse aufhörenden Glasröhrchen ausgestattet sind. Man tariert zunächst den ganzen Apparat tunlichst genau, füllt hierauf in das Kölbchen a ca. 5 g des zu untersuchenden, gut getrockneten Materials, wägt, um das Gewicht desselben festzustellen, abermals, füllt in b 20 ccm konzentrierte Schwefelsäure und wägt wiederum den ganzen Apparat. Man saugt nun an der Öffnung e vermittelst eines angesetzten Gummischlauches. Dadurch

---

[1]) „Leicht ausführbare landwirtschaftliche Untersuchungen" von A. Pagenstecher und N. Caro, Neudamm 1899, S. 191 ff.

tritt die Säure aus dem Kölbchen b in das Kölbchen a vermittelst des Röhrchens d über und bewirkt eine Zersetzung des hier befindlichen kohlensauren Salzes. Man läßt durch kurzes Ansaugen die Säure nur tropfenweise zutreten, wobei zu beachten ist, daß die eintretende Erwärmung des Kölbchens a nicht allzu groß wird. Nachdem nun so viel Säure zugetreten ist, daß keine Zersetzung mehr stattfindet, läßt man den Apparat erkalten und wägt ihn wieder. Die Differenz zwischen dieser und der letzten Wägung zeigt den Kohlensäureverlust und gleichzeitig also den Kohlensäuregehalt des untersuchten Materials an. Derselbe wird auf 100 berechnet und nach der folgenden Tabelle auf kohlensauren Kalk umgerechnet, indem 44 Gewichtsteile Kohlensäure genau 100 Gewichtsteilen kohlensauren Kalkes entsprechen.

Tabelle zur Umwandlung der Kohlensäureprozente in Prozente kohlensauren Kalk.

Kohlensäure %	Kohlens. Kalk %	Kohlensäure %	Kohlens. Kalk %	Kohlensäure %	Kohlens. Kalk %	Kohlensäure %	Kohlens. Kalk %	Kohlensäure %	Kohlens. Kalk %
0,1	0,2	2,6	5,9	5,1	11,6	7,6	17,3	10,1	23,0
0,2	0,5	2,7	6,1	5,2	11,8	7,7	17,5	10,2	23,2
0,3	0,7	2,8	6,4	5,3	12,0	7,8	17,7	10,3	23,4
0.4	0,9	2,9	6,6	5,4	12,3	7,9	18,0	10,4	23,6
0,5	1,1	3,0	6,8	5,5	12,5	8,0	18,2	10,5	23,9
0,6	1,4	3,1	7,0	5,6	12,7	8,1	18,4	10,6	24,1
0,7	1,6	3,2	7,3	5,7	13,0	8,2	18,6	10,7	24,3
0,8	1,8	3,3	7,5	5,8	13,2	8,3	18,9	10,8	24,5
0,9	2,0	3,4	7,7	5,9	13,4	8,4	19,1	10,9	24,8
1,0	2,3	3,5	8,0	6,0	13,6	8,5	19,3	11,0	25,0
1,1	2,5	3,6	8,2	6,1	13,9	8,6	19,5	11,1	25,2
1,2	2,7	3,7	8,4	6,2	14,1	8,7	19,8	11,2	25,5
1,3	3,0	3,8	8,6	6,3	14,3	8,8	20,0	11,3	25,7
1,4	3,2	3,9	8,9	6,4	14,5	8,9	20,2	11,4	25,9
1,5	3,4	4,0	9,1	6,5	14,8	9,0	20,5	11,5	26,1
1,6	3,6	4,1	9,3	6,6	15,0	9,1	20,7	11,6	26,4
1,7	3,9	4,2	9,5	6,7	15,2	9,2	20,9	11,7	26,6
1,8	4,1	4,3	9,8	6,8	15,5	9,3	21,1	11,8	26,8
1,9	4,3	4,4	10,0	6,9	15,7	9,4	21,4	11,9	27,0
2,0	4,5	4,5	10,2	7,0	15,9	9,5	21,6	12,0	27,3
2,1	4,8	4,6	10,5	7,1	16,1	9,6	21,8	12,1	27,5
2,2	5,0	4,7	10,7	7,2	16,4	9,7	22,0	12,2	27,7
2,3	5,2	4,8	10,9	7,3	16,6	9,8	22,3	12,3	28,0
2,4	5,5	4,9	11,1	7,4	16,8	9,9	22,5	12,4	28,2
2,5	5,7	5,0	11,4	7,5	17,0	10,0	22,7	12,5	28,4

Kohlen-säure %	Kohlens. Kalk %	Kohlen-säure %	Kohlens. Kalk %	Kohlen-säure %	Kohlens. Kalk %	Kohlen-säure %	Kohlens. Kalk %	Kohlen-säure %	Kohlens. Kalk %
12,6	28,6	16,7	38,0	20,8	47,3	24,9	56,6	29,0	65,9
12,7	28,9	16,8	38,2	20,9	47,5	25,0	56,8	29,1	66,1
12,8	29,1	16,9	38,4	21,0	47,7	25,1	57,0	29,2	66,4
12,9	29,3	17,0	38,6	21,1	48,0	25,2	57,3	29,3	66,6
13,0	29,5	17,1	38,9	21,2	48,2	25,3	57,5	29,4	66,8
13,1	29,8	17,2	39,1	21,3	48,4	25,4	57,7	29,5	67,0
13,2	30,0	17,3	39,3	21,4	48,6	25,5	58,0	29,6	67,3
13,3	30,2	17,4	39,5	21,5	48,9	25,6	58,2	29,7	67,5
13,4	30,5	17,5	39,8	21,6	49,1	25,7	58,4	29,8	67,7
13,5	30,7	17,6	40,0	21,7	49,3	25,8	58,6	29,9	68,0
13,6	30,9	17,7	40,2	21,8	49,5	25,9	58,9	30,0	68,2
13,7	31,1	17,8	40,4	21,9	49,8	26,0	59,1	30,1	68,4
13,8	31,4	17,9	40,7	22,0	50,0	26,1	59,3	30,2	68,6
13,9	31,6	18,0	40,9	22,1	50,2	26,2	59,5	30,3	68,9
14,0	31,8	18,1	41,1	22,2	50,5	26,3	59,8	30,4	69,1
14,1	32,0	18,2	41,4	22,3	50,7	26,4	60,0	30,5	69,3
14,2	32,3	18,3	41,6	22,4	50,9	26,5	60,2	30,6	69,5
14,3	32,5	18,4	41,8	22,5	51,1	26,6	60,5	30,7	69,8
14,4	32,7	18,5	42,0	22,6	51,4	26,7	60,7	30,8	70,0
14,5	33,0	18,6	42,3	22,7	51,6	26,8	60,9	30,9	70,2
14,6	33,2	18,7	42,5	22,8	51,8	26,9	61,1	31,0	70,5
14,7	33,4	18,8	42,7	22,9	52,0	27,0	61,4	31,1	70,7
14,8	33,6	18,9	43,0	23,0	52,3	27,1	61,6	31,2	70,9
14,9	33,9	19,0	43,2	23,1	52,5	27,2	61,8	31,3	71,1
15,0	34,1	19,1	43,4	23,2	52,7	27,3	62,0	31,4	71,4
15,1	34,3	19,2	43,6	23,3	53,0	27,4	62,3	31,5	71,6
15,2	34,5	19,3	43,9	23,4	53,2	27,5	62,5	31,6	71,8
15,3	34,8	19,4	44,1	23,5	53,4	27,6	62,7	31,7	72,0
15.4	35,0	19,5	44,3	23,6	53,6	27,7	63,0	31,8	72,3
15,5	35,2	19,6	44,5	23,7	53,9	27,8	63,2	31,9	72,5
15,6	35,5	19,7	44,7	23,8	54,1	27,9	63,4	32,0	72,7
15,7	35,7	19,8	45,0	23,9	54,3	28,0	63,6	32,1	73,0
15,8	35,9	19,9	45,2	24,0	54,5	28,1	63,9	32,2	73,2
15,9	36,1	20,0	45,5	24,1	54,8	28,2	64,1	32,3	73,4
16,0	36,4	20,1	45,7	24,2	55,0	28,3	64,3	32,4	73,6
16,1	36,6	20,2	45,9	24,3	55,2	28,4	64,5	32,5	73,9
16,2	36,8	20,3	46,1	24,4	55,5	28,5	64,8	32,6	74,1
16,3	37,0	20,4	46,4	24,5	55,7	28,6	65,0	32,7	74,3
16,4	37,3	20,5	46,6	24,6	55,9	28,7	65,2	32,8	74,5
16,5	37,5	20,6	46,8	24,7	56,1	28,8	65,5	32,9	74,8
16,6	37,7	20,7	47,0	24,8	56,4	28,9	65,7	33,0	75,0

Kohlen-säure %	Kohlens. Kalk %	Kohlen-säure %	Kohlens. Kalk %	Kohlen-säure %	Kohlens. Kalk %	Kohlen-säure %	Kohlens. Kalk %	Koklen-säure %	Kohlens. Kalk %
33,1	75,2	35,3	80,2	37,5	85,2	39,7	90,2	41,9	95,2
33,2	75,5	35,4	80,5	37,6	85,5	39,8	90,4	42,0	95,5
33,3	75,7	35,5	80,7	37,7	85,7	39,9	90,7	42,1	95,7
33,4	75,9	35,6	80,9	37,8	85,9	40,0	90,9	42,2	95,9
33,5	76,1	35,7	81,1	37,9	86,1	40,1	91,1	42,3	96,1
33,6	76,4	35,8	81,4	38,0	86,4	40,2	91,4	42,4	96,4
33,7	76,6	35,9	81,6	38,1	86,6	40,3	91,6	42,5	96,6
33,8	76,8	36,0	81,8	38,2	86,8	40,4	91,8	42,6	96,8
33,9	77,0	36,1	82,0	38,3	87,0	40,5	92,0	42,7	97,0
34,0	77,3	36,2	82,3	38,4	87,3	40,6	92,3	42,7	97,3
34,1	77,5	36,3	82,5	38,5	87,5	40,7	92,5	42,9	97,5
34,2	77,7	36,4	82,7	38,6	87,7	40,8	92,7	43,0	97,7
34,3	78,0	36,5	83,0	38,7	88,0	40,9	93,0	43,1	98,0
34,4	78,2	36,6	83,2	38,8	88,2	41,0	93,2	43,2	98,2
34,5	78,4	36,7	83,4	38,9	88,4	41,1	93,4	43,3	98,4
34,6	78,6	36,8	83,6	39,0	88,6	41,2	93,6	43,4	98,6
34,7	78,9	36,9	83,9	39,1	88,9	41,3	93,9	43,5	98,9
34,8	79,1	37,0	84,1	39,2	89,1	41,4	94,1	43,6	99,1
34,9	79,3	37,1	84,3	39,3	89,3	41,5	94,3	43,7	99,3
35,0	79,5	37,2	84,5	39,4	89,5	41,6	94,5	43,8	99,5
35,1	79,8	37,3	84,8	39,5	89,8	41,7	94,7	43,9	99,8
35,2	80,0	37,4	85,0	39,6	90,0	41,8	95,0	44,0	100,0

Über die günstigen Wirkungen des Kalkes im Stoffkreislauf der Gewässer wie des Bodens ist in den voraufgegangenen Abschnitten bereits so viel gesagt worden, daß ich mir weitere Erörterungen füglich sparen kann. Interessenten verweise ich auf die einschlägigen Schriften von A. Orth,[1] A. Küster,[2] M. Hoffmann[3] u. a., besonders aber auf die interessanten Ausführungen von St. v. Snieszko-Lubella.[4] Hier möchte ich vielmehr auf die Ursachen eingehen, aus welchen die in Skizze 63 veranschaulichte Ablagerung großer Bänke dieser Substanz in der Sohle unserer Gewässer resultiert. Ganz abgesehen von allen Grünalgen, deren Stoffwechsel bald lösend, bald niederschlagend wirkt,[5] sind zunächst sämtliche Schnecken und Muscheln,

---

1) „Kalk- u. Mergeldüngung“, Anleitung f. d. prakt. Landw., i. Auftr. d. D. L.-G. bearb., Berlin.

2) „Das Kälken d. Ackers“, 3. Aufl., Neudamm.

3) „Düngungsversuche mit Kalk“, Arb. d. D. L.-G., Heft 106.

4) österr. Fisch.-Ztg., II, s. a. d. wertv. Aufsatz Fisch.-Ztg., VIII, 48, S. 761 ff.

5) Weith, Ber. d. Int. Fisch.-Ausst., Berlin 1880, Schweiz, S. 96—120.

und zwar um so hervorragender an diesem Prozesse beteiligt, als sie, im Überfluß schwimmend, einen starken Luxusansatz treiben.[1]) Das Gesagte gilt besonders von der Dreissena, deren Larven zeitweilig den Hauptbestandteil des Planktons vieler Seen bilden. Da nicht alle in ausgesprochen kalkreichen Gewässern leben, einige, wie Ancyclus lepidus, Valvata depressa, Pisidium ovatum, Amplexa hypnorum u. a., vielmehr ausgeprägt kalkarme bevorzugen, es trotzdem aber zu einer ansehnlichen Schalendicke bringen (Margaritana), können sie zur Ausschaltung dieses wichtigen Stoffes aus dem Kreislauf der Gewässer wesentlich beitragen.[2]) — Muschelkalk. — Ostracoden, Estheriden, Spongien, Rhizopoden, gewisse Würmer und Infusorien lagern mehr oder minder große Kalkmengen in ihren Gehäusen ab. — Foramiferenkalk. — Die Elodea, Characeen, Stratiotes,[3]) Chlorotilium, Rivularia-Arten u. a. m. schlagen den Kalk teils in ihren Zellen, teils an ihrer Außenseite nieder. Solchergestalt können sie ganze Wasserfälle (z. B. den Uracher)[4]) bilden. — Die Travertine von Tivoli, Marmorterrassen an den Mammuth-Springs im Yellowstone-Park, die Oolithe am Großen Salzsee u. a. m. sind hinwiderum Produkte bestimmter Spaltalgen. Zustatten kommt allen diesen Organismen dabei ihre schon erwähnte hohe Ausnützungsfähigkeit für alle Stoffe, auch die Mineralien. Dadurch können sie natürlich ganz andere Mengen festlegen, als dies den höheren möglich ist. So berichten mir Mahnkopf u. a. von einem verhältnismäßig großen Muschel- und Schneckenreichtum eines Sees, in welchem die Elodea und Chara aus Mangel an Kalk verschwunden waren u. a. m.

Schizothrix fasciculata, Calothrix parietina, Phormidium incrustatum, Zonotrichia calcivora, Hydrocolcum calcilcyum u. a. überziehen die in der Spritzzone der Seen liegenden (kalkhaltigen) Steine mit einer 0,1 bis 1 cm dicken Kruste aus Kalk und organischem Mulm, die, wie ein Schwamm wirkend, sie vor dem Austrocknen,

---

[1]) Clessin in Zacharias, „Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers“, Leipzig 1891, S. 138 ff.

[2]) Wenn im Fragekasten v. No. 20, Bd. XXXI d. Allg. Fisch.-Ztg. die erwähnten Mollusken und speziell die Perlmuscheln gegen den Einfluß des Kalkgehaltes auf die Skelettbildung bei Fischen ins Treffen geführt werden, so ist dabei der Umstand nicht genügend berücksichtigt worden, daß die Margaritana usw. sich vornehmlich in raschströmenden Bächen der kalkarmen Urgebirgsformation vorfinden, und daß ihre Ausnützungsfähigkeit für alle Stoffe eine sehr hohe ist. Die einfache Rechnung ergibt, daß ihnen stets genügende Kalkmengen selbst dann noch zur Verfügung stehen, wenn die Makrofauna und -flora, einschließlich der Fische, infolge ihrer geringeren Ausnützungskoëffizenten an diesem Material bereits Mangel leiden.

[3]) Seligo, Ztschr. f. Fisch., III, 6, S. 254 ff.

[4]) K. Lampert, „Das Leben d. Binnengew.“, Leipzig 1899, S. 547 ff.

die Steine aber vor der Auflösung schützt (Lampert a. a. O., S. 548). Im engen Zusammenhange mit diesen inkrustierten Steinen steht die viel ventilierte Frage der Furchenbildung bei den Galets sculptés des Bodensees und anderer subalpiner Becken. Kirchner erklärt diesen Vorgang folgendermaßen: „Auf inkrustierten Steinen siedeln sich Insektenlarven an und fressen mäandrische Gänge in die Inkrustation, indem sie die darin enthaltenen Algenfäden als Nahrung gebrauchen. Ist der inkrustierte Stein kalkhaltig, so ätzt das mit Kohlensäure geschwängerte Atmungswasser dieser Larven, vielleicht auch eine von diesen ausgeschiedene Säure, den Stein an seiner Oberfläche an, und nachdem in den Fraßgängen der schützende Algenüberzug entfernt ist, wird die im Stein entstandene Furche durch die lösende Kraft des Wassers vertieft, solange sich nicht ein neuer Überzug gebildet hat. Sind einmal Gänge im Überzug und Stein vorhanden, so werden dieselben in der Regel wieder von Insektenlarven besetzt, welche in den Vertiefungen bequeme Schlupfwinkel und überdies in dem in der Furche neu gebildeten, noch dünnen Algenanfluge ein an lebender Pflanzensubstanz viel reicheres Futter finden als in dem stärker mit Kalk durchsetzten und an leeren Scheiden sehr reichen alten Teile der Inkrustation. So wird durch die folgenden Larvengenerationen der einmal vorhandene Gang im Stein durch immer neue Anätzung vertieft und durch Abweiden seines schützenden Überzuges beraubt, während die zwischen den Furchen stehenden Kämme von der Inkrustation bedeckt bleiben.“ — Der lösenden Tätigkeit der Bakterien ist bereits verschiedentlich gedacht worden; leider finden sich dieselben nicht allerorts vor, es zeigen sich vielmehr zwischen benachbarten, scheinbar gleichartigen Gewässern oft recht krasse Unterschiede.

X. Magnesia.

Die Bestimmung der Magnesia wird in dem Filtrat vom Kalk oder in 100 ccm des sauren Bodenextraktes nach Ausfällung des Kalkes in der beim Wasser angegebenen Weise entweder titrimetrisch nach Neubauer bzw. Stolba (S. 186/187) oder gewichtsanalytisch ausgeführt (s. S. 187/188).

Einfacher kann man die Magnesia nachweisen, indem man zu 50 ccm des Bodenextraktes nach Bieler und Schneidewind[1]) zunächst einen Überschuß von Ammoniak, dann 50 ccm der Seite 202 angegebenen Märckerschen Zitratlösung, sowie ein paar Kristalle Natriumphosphat hinzugibt und nun entweder eine halbe Stunde lang ausrührt oder 24 bis 48 Stunden lang bei Zimmertemperatur stehen läßt. Man filtriert, wäscht mit ammoniakalischem Wasser aus, glüht, wägt und berechnet, wie Seite 188 angegeben.

[1]) „Die agric.-chem. Versuchsst. Halle a. S.“, Berlin 1902, S. 83.

XI. Phosphorsäure.

a) Die im Boden vorhandene leicht lösliche Phosphorsäure liefert uns folgendes, von Gerlach-Posen ausgearbeitetes Verfahren:[1])

60 g der lufttrockenen Erde werden im Erlenmeyer-Kolben mit 300 ccm 2prozentiger Zitronensäure unter öfterem (mindestens 4 bis 5maligem) Umschütteln 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Von diesem Gemisch werden 200 ccm abfiltriert und in einer 500 ccm fassenden Schale zur Trockene eingedampft. Es hinterbleibt in den meisten Fällen eine sirupartige Masse — nur bei kalkreichen Erden wird der Inhalt fest —. Den Rückstand übergießt man, nachdem er erkaltet ist, mit 20 ccm konzentrierter Schwefel- und 5 ccm rauchender Salpetersäure und erhitzt auf dem Drahtnetz über starker Flamme. Sobald sich durch Bildung von Schaum der Eintritt einer Reaktion bemerkbar macht, muß die Flamme weggenommen werden. Unter heftigem Aufschäumen und starker Entwickelung rotbrauner Dämpfe vollzieht sich die vollständige Oxydation der Zitronensäure. — Nach Beendigung der Reaktion wird der Inhalt der Schale über einer kleinen Flamme ungefähr 20 bis 25 Minuten lang derart erhitzt, daß eine fortwährende, jedoch nicht zu heftige Entwickelung von Schwefelsäuredämpfen stattfindet. Nachdem auf diese Weise die Kieselsäure, sowie — bei kalkreichen Böden — der größte Teil des Kalkes abgeschieden ist, wird der Inhalt der Schale erkalten gelassen, nach dem Erkalten **vorsichtig** mit 100 ccm Wasser verdünnt, mit einem Glasstabe umgerührt, in einen 200 ccm-Kolben übergespült, abgekühlt, bis zur Marke aufgefüllt und filtriert. Von dem Filtrate werden 100 ccm (= Extrakt aus 20 g Erde) mit Ammoniak neutralisiert und darin die Phosphorsäure entweder titrimetrisch nach Neumann (S. 197) oder gewichtsanalytisch nach der Zitratmethode (S. 202) bestimmt. Im letzteren Falle läßt man die Flüssigkeit, gut zugedeckt, 48 Stunden lang stehen. Ein Ausschütteln oder Ausrühren des Niederschlages ist nicht notwendig.

Über das zweckmäßige Verfahren beim Eindampfen von Flüssigkeiten ist das Nähere bereits bei der Bestimmung des „Glühverlustes“

---

[1]) Bieler und Schneidewind, „Die agric.-chem. Versuchsstation Halle a. S.“, Seite 70/71.

gesagt worden. Man dampft über freier Flamme etwa $^2/_3$ der Flüssigkeit, den Rest auf dem Wasserbade ab, bis nur noch ein fester oder, wie im vorliegenden Falle, ein sirupartiger Niederschlag bleibt.

Bei dem Eingießen von Wasser in stark schwefelsaure Flüssigkeiten muß man sehr vorsichtig verfahren. Man lasse das destillierte Wasser langsam am Rande der Schale in das Säuregemisch einlaufen, rühre mit dem Glasstab um und kühle die Flüssigkeit, bevor man sie in den 200 ccm-Kolben überspült, erst ein wenig ab.

Das Abkühlen beschleunigt man dadurch wesentlich, daß man die Schale bzw. das Kölbchen in kaltes Wasser stellt.

b) Zur Bestimmung der leicht wasserlöslichen Phosphorsäure in Präzipitaten, Superphosphaten werden 20 g Substanz in eine Literflasche gebracht, mit 800 ccm Wasser übergossen und 30 Minuten lang kräftig geschüttelt.[1]) Sodann wird mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt, die Flüssigkeit nochmals durchgeschüttelt und filtriert.

Die Bestimmung der Phosphorsäure im Filtrat geschieht, wie beim Wasser angegeben.

c) Die zitratlösliche Phosphorsäure wird in Thomasmehlen folgendermaßen nachgewiesen:[2]) 5 g Thomasmehl (im Zustande der Handelsware) bringt man in eine Halbliterflasche und füllt mit verdünnter Ammoniumzitratlösung von 17,5° C zur Marke auf. Nach einem 30 Minuten währenden kräftigen Schütteln wird die Mischung sofort filtriert. 50 ccm des Filtrates versetzt man darauf mit 50 ccm gewöhnlicher Zitratlösung und 25 ccm Magnesiamixtur, rührt 30 Minuten aus, filtriert, glüht und wägt.

Lösung von zitronensaurem Ammon: 150 g kristallisierte Zitronensäure und 27,93 g Ammoniak pro 1 l Wasser, davon 2 l in 3 l Wasser eingegossen.

d) Im Präzipitat verfährt man zum Nachweis der zitratlöslichen Phosphorsäure wie folgt:[3]) $2^1/_2$ g des Präzipitates werden nach dem Auslaugen mit Wasser (s. b) mit 100 ccm Petermannscher Lösung in einer Reibschale verrieben, in ein Becherglas übergespült und $^1/_2$ Stunde lang bei 50° C digeriert; darauf filtriert man, wäscht 4 bis 5mal mit einer 1 : 1 durch

---

[1]) E. Wolff, „Anleit. z. Unt. landw. Stoffe“, 4. Aufl., Berlin 1899, S. 102.

[2]) Chemik.-Ztg. 1885, 1.

[3]) Wagner, „Düngungsfragen“, Berlin 1904, H. V, S. 48, Bieler u. Schneidewind a. a. O., S. 69/70.

Wasser verdünnten Petermannschen Lösung aus und füllt bis zur Marke auf. Von dem Filtrat werden 50 ccm mit 10 ccm Salpetersäure 10 Minuten lang gekocht, mit Ammoniak neutralisiert, weiterhin mit 15 ccm Petermannscher Zitratlösung und 10 ccm Ammoniak von 0,92 spez. Gew. versetzt. Endlich fügt man tropfenweis 25 ccm Magnesiamixtur zu und rührt $^1/_2$ Stunde lang aus.

Petermannsche Lösung: 250 g kristallisierte Zitronensäure werden in 500 ccm heißem Wasser gelöst, mit 550 ccm Wasser verdünnt, mit 276 ccm 24prozentigem Ammoniak versetzt und ev. mit einigen Kubikzentimetern 50prozentiger Zitronensäure genau neutralisiert. Über die magenlösliche Phosphorsäure siehe Kap. III.

Über den Wert der Phosphorsäure für die Makro- und Mikrofauna und -flora ist näheres bereits in den voraufgegangenen Abschnitten gesagt worden, ebenso über ihre Festlegung durch Eisen, Tonerde, Kalk bzw. Magnesia und ihre Wiederlöslichmachung durch Bakterien resp. Fermente. Die verwandte Landwirtschaft betrachtet seit langem schon diese Substanz als einen der wichtigsten Faktoren zur Erzielung von Höchsterträgen, sie arbeitet demgemäß mit recht beträchtlichen Quantitäten und gibt zur Sicherung der Erträge von perennierenden Gewächsen Vorratsdüngungen nach Lauchstädter Muster. Die Erfahrungen der Landwirte zeigen uns in Verbindung mit den Arbeiten der Versuchsstationen weiterhin, wie stark das Phosphorsäurebedürfnis der Pflanzen und wohl auch der Tiere mit der Kultur zunimmt, wie leicht hier ein Luxusansatz statthat, der bei der Karotte im Vergleich zur wilden Möhre nach meinen Versuchen beispielsweise über **50** % betragen kann.

Als Typus der Genügsamkeit bei Fischen dürfen wir getrost den Giebel (Cyprinus carassius var. gibelio Bl.) ansprechen. Gerade an der Gattung Carassius und ihren vielerlei Abarten bis hinauf zum Teleskopfisch oder Himmelsauge[1]) lassen sich aber die Einflüsse der Kultur nach dieser Richtung hin sehr gut verfolgen. — In allen fischzüchterischen Schriften wird der Wert der Kulturrassen in überschwenglichen Worten gepriesen, dabei indes zu wenig betont, daß diese Kulturrassen, um wirklich gedeihen zu können, auch kultivierte Flächen und eine ihren höheren Ansprüchen genügende Kost verlangen. Und wenn — das betonte ich bereits Seite 417 — in vielen extensiv betriebenen Wirtschaften die Erträge nach einem gewaltigen Anstiege in verhältnismäßig recht kurzer Zeit wieder auf, ja unter die ehedem mit den alten Rassen erzielten hinabgesunken sind, so läßt sich aus dieser Tatsache manche nützliche Lehre ziehen.

Ob die Verfeinerung der Kost einen Vorteil für den Konsumenten bedeutet, ist freilich eine Frage für sich, denn gemäß der Zunahme

---

[1]) s. Mulertt, „Der Goldfisch u. s. Zucht“, 2. Aufl., Stettin 1906, Hübner, „Fischwirtschaft“, Bautzen 1905, S. 304 ff.

von Eiweiß, Zucker, Fett und anderem Nährmaterial pflegen unter dem Einfluß der Kultur so und so viele wertvolle Reiz-, Geschmackstoffe, Säuren, Fermente usw. zu verschwinden oder sich zu verringern, auf welche der tierische Organismus durch eine Jahrhunderttausende alte Gepflogenheit kaum weniger angewiesen ist als auf die Nährstoffe selbst.[1]) — Je intensiver wir also unsere Gewässer kultivieren, in je größerem Umfange die in ihnen vegetierenden Pflanzen und Tiere zu Produkten der Kultur werden, desto mehr müssen folgerichtig auch die Vor- und Nachteile dieser Kultur in Erscheinung treten, und ich meine, daß die letzteren, wie in der landwirtschaftlichen Tierhaltung, ja, der Wildhege,[2]) so auch in der Fischzucht seit Jahren bereits auf Schritt und Tritt stets deutlicher sich fühlbar machen. — Vor einiger Zeit behauptete ein geistvoller Schriftsteller, daß mit der Kunst der Köche auch die Periode der verdorbenen Mägen beginne, und daß weiterhin die großen Kulturreiche einzig an der Völlerei ihrer Bewohner zugrunde gegangen seien. Die Hypothese hat zweifelsohne viel für sich, und die Menge der Krankheiten bei unseren Kulturgewächsen und domestizierten Tieren, einschließlich der Fische, scheint mir ebenfalls recht zu ihren Gunsten zu sprechen. — Und schließlich noch eins: Ein Tier oder eine Pflanze läßt sich verhältnismäßig leicht im weitesten Umfange domestizieren, seine nächsten Verwandten wollen dagegen durchaus nicht. Das gilt auch von den Fischen. Wenn wir nun sehen und hören, daß die Chinesen seit Jahrhunderten schon den Goldfisch und seine Zerrbilder, die Teleskopen und Schleierschwänze, den Gourami nebst einer ganzen Anzahl anderer kultivieren, während sie die Zucht der Salmoniden kaum je versucht und diejenige des Karpfens im großen ganzen längst eingestellt haben, so gewinnt die Annahme Hübners,[3]) daß auch die

---

[1]) So wissen wir, daß das junge Blattgrün, diverse ätherische Öle, organische Säuren usw. dadurch, daß sie die Tätigkeit der Schleimhäute erhöhen, appetitanregend wirken; das tun auch gewisse Bitterstoffe, die außerdem, gleich jenen (bei den Höheren) die Funktionen des Nervensystems fördern u. a. m. — Die Aufnahme von frischen Wasserpflanzen ist keine zufällige, sondern geschieht instinktiv, und das um so eher, als viele derselben ebenso reich an Salzen (Phosphorsäure, schwefel-, oxalsaurem Kalk, Kali, Natron, Eisen) sind, wie gewisse gekeimte Samen an Fermenten. (Vergl. hierzu J. Reynolds Green, „Die Enzyme“, Dtsch. v. W. Windisch, Berlin 1901, S. 210 ff.). Von diesem Standpunkte aus müssen auch die früheren interessanten Befunde von Walter, Zeitschr. f. Fisch. 1898, S. 19 ff., und die jüngsten von Cronheim u. Giesecke über die Sucht der Karpfen nach Abwechselung im Speisezettel betrachtet werden.

[2]) s. E. R. v. Dombrowski, „Das Rotwild, seine Jagd und Hege“, Wien 1905, S. 110 ff.

[3]) „Die Fischwirtschaft“, Bautzen 1905, S. 325.

Klosterbrüder ihre blühende Teichwirtschaft der Krankheiten wegen **aufgeben mußten,** an Wahrscheinlichkeit. Der Karpfen wie die Forelle sind durchaus ungeeignete Zuchtobjekte, und eben weil sie das sind, zeigen sie sich den „Segnungen" der Kultur (Domestikation) gegenüber so ungemein hinfällig.

Gleichwie in der Landwirtschaft mit der zunehmenden Kultur der Flächen zahlreiche wilde Kräuter einfach verschwinden, nicht, weil der Mensch sie ausrottet, sondern weil sie vielmehr die üppig wuchernden Nutzpflanzen erdrücken, absticken, andere dagegen desto kräftiger gedeihen, nehmen auch unsere kultivierten Wasserflächen nach Maßgabe der Bearbeitung und Düngung im Laufe der Zeit eine eigenartige Flora von zum Teil unnützen Organismen an.

XII. Eisenoxydul.

1. In einem mäßig humusreichen Boden bestimmt König[1]) das Eisenoxydul in folgender Weise:

10 g des lufttrockenen Bodens werden in einen 250 oder 500 ccm fassenden Kolben gebracht, mit etwa 100 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) übergossen, nachdem man die überstehende Luft durch Einleiten von Kohlensäure verdrängt bzw. durch letztere ersetzt hat. Der Kolben wird alsdann mit einem Bunsenschen Ventil verschlossen. Man digeriert jetzt unter öfterem Umschwenken auf dem Wasserbade ungefähr zwei Stunden, füllt mit destilliertem Wasser, das man mit etwas verdünnter Schwefelsäure angesäuert hat, damit die Flüssigkeit sehr stark sauer ist, zur Marke auf und mischt den Inhalt. Man läßt verstopft stehen, bis sich der ungelöste Boden vollständig abgesetzt hat, pipettiert einen aliquoten Teil der klaren Flüssigkeit ab und titriert diese in der Kälte mit $^{n}/_{10}$ Chamäleonlösung, indem man die erste, einige Sekunden anhaltende Rötung der Lösung als Endreaktion annimmt.

Bei humusreichem Boden liefert dieses Verfahren indes leicht zu hohe Resultate, weil auch die gelöste organische Substanz schon in der Kälte reduzierend auf Chamäleon wirkt.

Zum Einleiten von Kohlensäure bedient man sich zweckmäßig der jetzt überall erhältlichen billigen Bomben, wie sie jeder Gastwirt braucht. Wo diese nicht zu haben sind, kann man die CO_2 selbst produzieren, indem man Calciumkarbonat mit Salzsäure über-

---

[1]) „Untersuchungen landw. und gewerbl. wichtiger Stoffe", Berlin, Paul Parey, S. 45.

gießt und die sich entwickelnde Kohlensäure nach der Flasche übergeleitet, aus der die Luft verdrängt werden soll.

2. Man übergießt etwa 30 g Erde in einer passenden Kochflasche mit aufgesetztem, engem Glasrohr mit 60 ccm heißer, konzentrierter Salzsäure, nachdem man vorher einige Sodakristalle oder Stückchen von reinem Marmor in die Flasche geworfen hat, und kocht eine Zeitlang; hierauf verdünnt man stark mit kochend heißem Wasser, neutralisiert die Flüssigkeit, ohne zu filtrieren, mit Natron oder Ammoniak, löst den entstandenen Niederschlag durch einige Tropfen Salzsäure auf und fällt mit möglichst wenig essigsaurem Natrium; sodann bringt man den ganzen, noch heißen Inhalt der Kochflasche rasch auf ein hinreichend großes Filter und wäscht mehrere Male mit kochendem Wasser aus. Das Filtrat erhitzt man zum Sieden, fügt etwas Salzsäure hinzu, oxydiert das Eisenoxydul durch einige Stückchen chlorsaures Kali, entfernt die Flüssigkeit vom Feuer und fällt von neuem mit essigsaurem Natrium. Der Niederschlag wird nach dem Auswaschen in Schwefelsäure gelöst und in der Lösung das Eisen, wie vorher beschrieben, durch Chamäleonlösung titrimetrisch bestimmt. 1 ccm $^{n}/_{10}$ K_2MnO_4 lös. = 0,0072 g FeO.

XIII. Eisenoxyd.

Man bringt 50 ccm von dem nach Seite 399 dargestellten Bodenextrakt in einen Glaskolben, macht ihn stark schwefelsauer, leitet, um die Luft zu verdrängen, einige Zeit Kohlensäure über die Flüssigkeit und reduziert das Eisenoxyd unter Zusatz von reinem, metallischem Zink zu Oxydul. — Nach dem Erkalten der Flüssigkeit wird dieses, wie No. XII 1 und 2, mit $^{n}/_{10}$ Chamäleonlösung bestimmt. 1 ccm derselben = 0,0080 g Fe_2O_3 = 0,0056 g Fe.

XIV. Schwefel.

1. 5 bis 10 g des feingepulverten, lufttrockenen Bodens werden nach Wahnschaffe[1]) mit 20 ccm destilliertem Wasser und 5 ccm reinem, schwefelsäurefreiem Brom in einer Glasröhre eingeschmolzen und in einem Wasserbade unter häufigem Umschütteln allmählich bis auf 70° C erhitzt. Die Röhre wird durch einfaches Abbrechen der Spitze geöffnet, ihr Inhalt in ein Becherglas

[1]) „Anleitung zur Bodenuntersuchung" 1887, S. 128.

gespült, mit Wasser verdünnt und so lange erhitzt, bis kein Bromgeruch mehr wahrnehmbar ist. Darauf filtriert man den Boden ab und fällt, nachdem man zuvor salzsauer gemacht hat, die Schwefelsäure im Filtrat mit Chlorbaryum.

Die Lösung bleibt bis zum kommenden Morgen stehen und wird warm, d. h. nach vorherigem Erhitzen, filtriert. (Barytfilter mit heißem Wasser anspritzen, den trüb durchlaufenden Niederschlag eventuell auf das Filter zurückgeben!) Man wäscht mit heißem Wasser aus, glüht, wägt.

Die gefundenen Gramm Baryumsulfat ergeben, mit 0,343 multipliziert, die Menge Schwefelsäure.

2. Man übergießt 25 g der lufttrockenen, feinen Erde in einer Porzellan- oder besser Platinschale mit einer konzentrierten Lösung von salpetersaurem Kalium und Kalilauge, dampft (zuletzt auf dem Wasserbade) zur Trockene ein und erhitzt bis zum Glühen.[1]) Nach dem Erkalten kocht man die Masse mit verdünnter Salzsäure unter Zusatz von etwas Salpetersäure aus, verdampft behufs Abscheidung der Kieselsäure zur Trockene, nimmt mit verdünnter Salzsäure auf und fällt mit Chlorbaryum.

Von der so gefundenen Schwefelsäure müssen wir diejenige abziehen, welche, wie weiter unten gezeigt wird, in dem mit heißer Salzsäure bereiteten Auszuge gefunden wurde. Die Differenz entspricht den organischen oder anorganischen Schwefelverbindungen.

XV. Schwefelsäure.

a) Titrimetrisch. Von dem nach Seite 399 bereiteten salzsauren Bodenextrakt werden 50 ccm in ein Bechergläschen abpipettiert und, stark mit Salzsäure angesäuert, im Wasserbade erhitzt. Zu der heiß gehaltenen Flüssigkeit läßt man aus einer Bürette von einer eingestellten Chlorbaryumlösung 1 ccm nach dem andern zufließen, indem man den jedesmal sich bildenden Niederschlag in der Wärme absitzen läßt, bis man eine deutliche Zunahme des Niederschlages nicht mehr wahrnimmt.

Man filtriert darauf von der Flüssigkeit einen kleinen Teil durch ein minimales Barytfilterchen (welches vorher mit heißem Wasser angespritzt wurde) in ein kleines Reagenzglas und prüft

---

[1]) E. Wolff, „Anl. z. Unters. landw. Stoffe“, 4. Aufl., Berlin 1899, S. 38.

durch Zusatz einiger Tropfen Chlorbaryumlösung aus der Bürette, ob noch ein Niederschlag entsteht. Ist dies der Fall, so gießt man die Flüssigkeit in das Gefäß zurück, spült Filter und Reagenzglas mit etwas Wasser nach, setzt 1 ccm der Chlorbaryumlösung zu und fährt so fort, bis das Filtrat mit der Chlorbaryumlösung einen Niederschlag nicht mehr gibt. Nunmehr wird jenes mit dem schwefelsauren Kali einen solchen liefern.

Bei dieser ersten Prüfung fanden wir, daß die zugesetzte Menge Chlorbaryum etwas zu viel, die um 1 ccm geringere aber zu wenig war. Wir wiederholen nunmehr mit einer neuen Probe des Extraktes den Versuch derart, daß wir auf einmal 1 ccm weniger Chlorbaryumlösung zusetzen, als im ersten Versuch insgesamt verbraucht wurde, filtrieren wieder eine Probe ab und prüfen mit 0,1 ccm der Barytlösung. Entsteht sogleich eine deutliche Trübung, so vereinigen wir das Filtrat abermals mit der Hauptflüssigkeit, setzen noch 0,1 ccm Barytlösung zu, prüfen das Filtrat aufs neue und fahren so fort, bis endlich die Chlorbaryumlösung erst nach mehreren Sekunden eine sehr schwache Trübung erzeugt. Jetzt prüft man eine zweite Probe des Filtrates mit einigen Tropfen der Kalisulfatlösung. Entsteht auch durch sie nach einigen Sekunden eine schwache Trübung, so ist der Neutralpunkt erreicht, und damit die Titrierung beendet.

1 ccm der Chlorbaryumlösung zeigt 10 mg SO_3 an.

So umständlich die titrimetrische Bestimmung der Schwefelsäure auf den ersten Blick auch zu sein scheint, so schnell läßt sie sich bei einiger Übung dennoch ausführen. In $^1/_4$ Stunde ist diese recht leidliche Werte liefernde Analyse, sicherlich beendet.

a) Chlorbaryumlösung. Man löst reines, lufttrockenes Chlorbaryum in destilliertem Wasser, so daß 1 Liter = 30,5 g des Salzes enthält.

b) Lösung von schwefelsaurem Kali. Diese soll und muß der Chlorbaryumlösung genau äquivalent sein. Man löst dazu von chemisch reinem, bei 100 G getrocknetem, schwefelsaurem Kali so viel in Wasser, daß im Liter 21,778 g des Salzes enthalten sind.

b) Gewichtsanalytisch. 20 g des getrockneten, feinen Bodens werden in einem geräumigen Kochkolben mit 40 ccm reiner Salzsäure übergossen, unter häufigem Umschütteln der ganzen Masse genau eine Stunde lang im Kochen erhalten, hierauf mit dem doppelten Volumen heißen Wassers verdünnt und nach kurzem Stehen durch ein hinreichend großes, in seinem unteren

Teile doppeltes Filter filtriert. Der ungelöste Rückstand wird im Kolben noch dreimal mit heißem Wasser behandelt, dann unter Umschütteln, so daß auch die gröberen Teile mitkommen, aufs Filter gebracht und bis zum Verschwinden der Chlorreaktion mit heißem Wasser nachgewaschen. (Um das Abscheiden von organischer Substanz im Filtrat zu vermeiden, setzt man zweckmäßig gleich anfangs zu der Salzsäure etwas Salpetersäure hinzu.)

Von dieser Lösung, die man auf ein bestimmtes Volumen bringt, pipettiert man 50 oder 100 ccm ab, macht die Lösung zuerst ammoniakalisch, dann salzsauer, erhitzt zum Sieden, fällt die Schwefelsäure mit heißer Chlorbaryumlösung, erhält noch einige Zeit im Kochen und läßt 12 bis 24 Stunden stehen. Nach dieser Zeit filtriert man durch ein heiß angespritztes Barytfilter, wäscht anfangs mit warmem, salzsäurehaltigem, dann mit heißem, destilliertem Wasser aus, trocknet, glüht, wägt und berechnet, wie vorher (s. No. XIV) angegeben.

XVI. Die Bestimmung des Chlors

geschieht in 100 ccm des nach J. Koenig hergestellten kohlensauren Bodenextraktes (S. 400) in der bei der Untersuchung des Wassers (S. 213) geschilderten Weise.

Die gefundenen Gramm Chlor werden, wie dort angegeben, als Chlornatrium berechnet, obwohl natürlich oft ein erheblicher Teil an Kalk, Magnesia und Kali gebunden sein wird.

Wie bereits Seite 214 ff. näher ausgeführt wurde, ergeben sich sehr augenfällige Unterschiede in dem Wachstum der Organismen des Wassers, je nachdem die Chloride, speziell das Chlornatrium (-magnesia usw.), in Salzform oder nach einer Passage durch den (animalischen resp. vegetabilischen) Körper bzw. den Boden der Flüssigkeit beigemengt werden (Rieselfelder, Oesten, Marsson, Cronheim . . . Soolwässer). — Studieren wir die von F. Fischer, „Das Wasser“, S. 37 ff., 219 ff., besonders jedoch J. Koenig, „Die Verunr. d. Gew.“, 2. Aufl., II, S. 382—404 mitgeteilten Beobachtungen und Versuche über die Beeinflussung der Keimung und Entwickelung der höheren Vegetabilien durch Salzlösungen, so finden wir auch hier wieder, ganz abgesehen von der verschieden großen Empfindlichkeit der diversen Gattungen, Arten und Varietäten (Beta, Atriplex, Cakile, Glyceria) und dem — in diesem Falle allerdings schädlichen — „Luxusansatz“, z. B.:

Mit gewöhnlichem Wasser berieselt	In Prozent der Asche Natr.	Chlor	Mit kochsalzhaltigem Wasser berieselt	In Prozent der Asche Natr.	Chlor
Gras	0,78	0,86	Gras (krank)	11,01	11,89
Blätter von Pappeln .	0,71	1,17	Blätter von Pappeln (krank)	3,48	5,84
Zweige „ „ .	1,42	0,42	Zweige „ „ „	7,63	5,19
Wurzeln „ „ .	0,34	0,11	Wurzeln „ „ „	18,01	10,65

stichhaltige Belege für die „entgiftenden Eigenschaften“ des Organismus wie des Bodens. Während insbesondere das im Meer- und den Soolwässern vorhandene Chlornatrium teils verschlämmend, verkrustend (Lehm, Ton), teils stark auslaugend auf Stickstoff, Kalk, Kali, Phosphorsäure usw. wirkt, ist das bei dem Harn durchaus nicht der Fall. Ich habe durch eine sehr reichliche Aufnahme von Kochsalz bei gleichzeitig beschränkter Wasserzufuhr meinen Harn absichtlich stark chlornatriumhaltig gemacht und denselben alsdann in Vergleich zu einer äquivalenten Kochsalzlösung (unter Zufügung von organ. Stickstoff, Phosphorsäure und Kali zu der letzteren) gestellt. Die Resultate der Topfversuche waren folgende:

Boden ungekalkt.

Harn mit 5 ‰ NaCl = 146 g lufttr. Gras, Leitungsw. mit 5 ‰ NaCl = 42 g lufttr. Gr.
„ „ 7 ‰ NaCl = 126 g „ „ „ „ 5 ‰ NaCl + CaO = 64 g „ „

Boden gekalkt.

Harn mit 7 ‰ NaCl = 152 g lufttr. Gras, Leitungsw. mit 7 ‰ NaCl + CaO = Mißwuchs.

Der Kalk (Mergel) hat hierbei sicher ebensosehr direkt, wie andererseits indirekt durch Erhöhung der „Oxydationsfähigkeit“ des Bodens (s. Koenig a. a. O., I, S. 287) gewirkt.

Wichtig sind die Ergebnisse eines Versuches desselben Autors (II, S. 397) mit einem Gemisch von englischem und französischem Ray- sowie Timotheegras:

	I	II	III	IV	V	VI	
Boden behandelt mit	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	g NaCl pro Ltr.
Ernteertrag (Trockensubst.)	23,0	15,3	16,2	13,5	15,6	12,5	g „ „ „

Zugenommen hatten in VI gegen I: SiO_2, Na_2O und Cl.

Abgenommen „ „ VI „ I: Proteïn (von 10,75 auf 6,75), Phosphorsäure (von 6,91 auf 6,19), Schwefelsäure (von 9,61 auf 6,82), Kalk (von 11,71 auf 10,83), Kali (von 21,21 auf 20,16 %). Außerdem hatte sich die Basizität der Asche in VI wesentlich verringert.[1])

XVII. Kali.

Zur Kalibestimmung im Boden verwendet man den nach Seite 399 bereiteten salzsauren Bodenextrakt.[2])

[1]) s. hierzu A. Mayer, Landw. Versuchsst. 1881, S. 101 u. 346, Haubner, Arch. f. Tierheilk. 1878, S. 108 u. 134.

[2]) Landwirtschaftliche Versuchsstationen, 37, 311.

Im Märckerschen Laboratorium nimmt man 100 g Erde und 500 ccm 40prozentiger Salzsäure, füllt zum Liter auf und läßt unter häufigem Umschütteln 48 Stunden lang stehen. Hierauf wird filtriert und vom Filtrat eine größere Menge zur Kalibestimmung eingedampft.[1])

Mitscherlich[2]) verfährt folgendermaßen: 400 ccm der nach Seite 400 hergestellten kohlensauren Lösung, entsprechend 100 g trockenem Boden, werden mit 200 bis 300 ccm konzentrierter Salzsäure versetzt, zum Kochen erhitzt und eine Stunde lang in mäßigem Kochen erhalten, darauf mit 300 ccm heißem Wasser verdünnt, nach einigem Stehen durch ein doppeltes Filter filtriert, mit kochendem Wasser (zuerst durch Dekantieren) ausgewaschen und das Filtrat nach Zusatz von 10 ccm Salpetersäure zur Trockene verdampft. Der Rückstand wird bei 100° C einige Zeit getrocknet, mit Salzsäure befeuchtet und wieder getrocknet, dann abermals mit Salzsäure befeuchtet und mit Wasser digeriert. Die Kieselsäure wird abgeschieden und das Filtrat wieder auf 400 ccm gebracht.

Sodann wird in 20 ccm dieser Lösung, entsprechend dem Extrakt von 5 g trockenem Boden, in der sub XV a) angegebenen Weise die Schwefelsäure gefällt und weiter nach Seite 219 verfahren. Das schließlich gefundene Gewicht des Kaliumplatinchlorids gibt durch Multiplikation mit 0,194 das Kali (K_2O).

IV. Untersuchung des Mistes.[3])

Probenahme: Ein größerer Düngerhaufen, aus welchem eine Mittelprobe entnommen werden soll, wird zunächst zur Hälfte und bis zur ganzen Tiefe abgestochen und sodann ein etwa $^1/_3$ m breiter Streifen von der senkrechten Wand von oben nach unten und der ganzen Länge und Breite nach scharf abgenommen. Unter Zerteilung aller gröberer Klumpen und unter

---

[1]) K. Bieler u. W. Schneidewind a. a. O., S. 79.

[2]) „Bodenkunde", S. 259.

[3]) E. Wolff, „Anl. z. Unters. landw. Stoffe", 4. Aufl., Berlin 1899, S. 88 ff.

möglichst gleichförmiger Mischung bringt man die derart gewonnene Masse in einen kleinen, flachen, regelmäßig viereckigen Haufen, läßt das Ganze gehörig zusammenstampfen und schlägt mit Hilfe eines scharfen Beiles in der in Figur 76 skizzierten Manier etwa 20 bis 25 cm breite Streifen bis zum Grunde heraus. Diese große Durchschnittsprobe wird nun gewogen, mit circa dem dreifachen Quantum Wasser übergossen und nach gehörigem Umrühren über Nacht stehen gelassen. Am Morgen seiht man die Flüssigkeit durch ein feines Drahtsieb; den Rest übergießt man nochmals mit dem nämlichen Quantum Wasser, rührt um und läßt wieder eine Zeitlang stehen. Nachdem man die strohigen Teile aus der Flüssigkeit geschöpft und vollkommen abgedrückt oder abgepreßt hat, wird die zweite Portion des Spülwassers wieder durch das Drahtsieb geschlagen und das auf demselben Zurückbleibende zu den Strohteilen gegeben. — Die ursprüngliche Mistprobe ist nunmehr in zwei Teile:

A) Spülwasser,

B) abgespülte Streu und feste Kotbestandteile,

zerlegt worden. Von jedem dieser Teile wird das Gewicht (von B auch das Volumen) festgestellt. — Das Spülwasser ist derart beschaffen, daß wir von ihm nach gehörigem Umrühren ohne weiteres eine kleinere Probe von 5 bis 10 kg entnehmen können. Dieselbe wird, nachdem sie genau gewogen ist, sofort durch feine Leinwand bzw. ein Faltenfilter (Fig. 36) klar filtriert, der Filterrückstand gehörig ausgewaschen, vorsichtig getrocknet, gewogen und vorläufig zurückgelegt. In aliquoten Mengen des gut gemischten Spülwassers führen wir hierauf die einzelnen Bestimmungen wie im Wasser (Kap. I) aus.

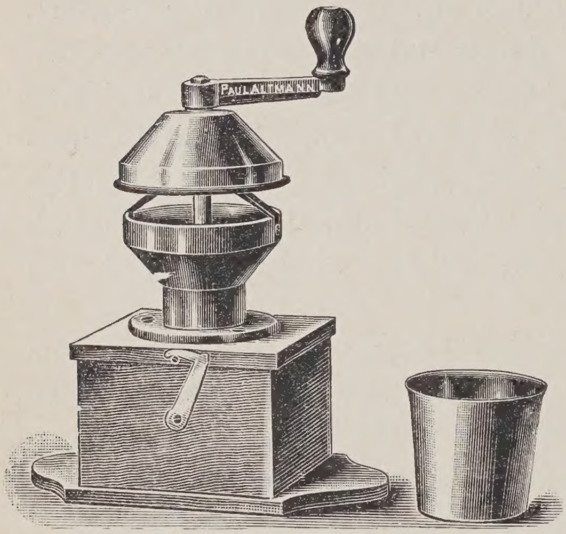


Fig. 98.
Mühle zum Zerreiben von Stoffwechselprodukten.

Nachdem der Teil B der großen Durchschnittsprobe tunlichst rasch, aber vorsichtig getrocknet und im lufttrockenen Zustande nochmals gewogen ist, wird diese Masse durch ein Häckselsieb

geschlagen. So werden die vorhandenen Strohteile (a) von den bröckeligen und halbpulverigen Resten der Kotentleerungen (b) getrennt und letztere durch Zerreiben noch etwas gleichförmiger gepulvert. Das Stroh läßt man auf einer Häckselbank ganz fein schneiden und entnimmt davon, wie von b, eine dem Verhältnis a : b und dem von A abgewogenen Quantum entsprechende Menge. Auf diese Weise erhält man auch von B eine richtige Probe, welcher man noch das von A abfiltrierte Pulver beimischt, um schließlich diese ganze getrocknete Masse oder einen aliquoten Teil derselben in einem geeigneten Mahlapparat (Fig. 98) aufs feinste zu zerkleinern. — Die Bestimmung der einzelnen Bestandteile erfolgt nach den im voraufstehenden bzw. Kapitel III angegebenen Methoden.

Das eben skizzierte Verfahren ist zweifelsohne umständlich und zeitraubend, läßt sich indessen überall dort nicht umgehen, wo langes Stroh als Streumaterial gedient hat, und der Dünger ungenügend verrottet ist. Wenn Torf-, Wald- (Laub-), Plaggenstreu, Strohabfälle oder -häcksel zur Einstreu verwendet wurden, oder der Dünger einen stark verrotteten Zustand besitzt, können wir denselben auch direkt in Untersuchung nehmen, weil sich alsdann der Mist durch Ausstechen entsprechend großer Würfel aus dem Haufen und durch Zerkleinern derselben mit einem Hackmesser, Beil oder einem scharfen Spaten in einem entsprechend großen Bottich hinreichend zerkleinern läßt. — Ein aliquoter, nicht zu kleiner Teil wird — eventuell unter Salzsäurezusatz — womöglich im Vakuum getrocknet und weiter nach den im voraufstehenden angegebenen Methoden auf seinen Gehalt an den wichtigeren Substanzen untersucht.

Zur Bestimmung des Gesamtstickstoffs werden von der tunlichst zerkleinerten Masse etwa 100 bis 200 g abgewogen und allmählich in kleineren Portionen mit der zu den Kjeldahl-Bestimmungen verwendeten Phosphorschwefelsäure in einer Porzellanschale mit dem Pistill, eventuell unter Erwärmen im Sand- oder Wasserbade, verrieben. — Schale und Pistill sind im Anfange zu wägen. — Man wartet mit dem Eintragen der neuen Dose jedesmal so lange, bis die frühere zergangen ist. Nach dem Erkalten der dickflüssigen, breiigen Masse, was natürlich in ammoniakfreier Atmosphäre und unter Bedecken der Schale stattfinden muß, wird zurückgewogen und nun von jener nach

gehörigem Umrühren mit einem Porzellan- oder Glaslöffel ein aliquoter Teil (zirka 20 bis 40 g) in den Verbrennungskolben abgewogen. Man gibt darauf noch 10 bis 15 ccm Phosphorschwefelsäure zu, erhitzt anfangs mit kleiner, dann mit starker Flamme, bis die Flüssigkeit farblos geworden ist, und verfährt weiter nach Seite 408.

Genau so behandeln wir auch die **Fäces oder den Kot,** während wir für die übrigen Bestimmungen aliquote Teile der guten Durchschnittsprobe trocknen und für die Phosphorsäure das in Kapitel III beschriebene Märckersche Verfahren anwenden.

Der Nachweis von Stickstoff usw. in **Jauche und Harn** geschieht nach Kapitel I, Seite 171 ff.

III. Kapitel.

Die Tiere und Pflanzen des Wassers und die Surrogate.

I. Vorbemerkungen.

Mit Hilfe der in den voraufstehenden Kapiteln angegebenen Methoden können wir diejenigen Substanzen ermitteln, welche entweder nutzbringend oder schädigend im Stoffkreislauf der Gewässer sich betätigen, haben wir ferner im Becherglas- bzw. Topfversuch die Wege kennen gelernt, um eine Massenproduktion von Organismen herbeizuführen, das Maximum der Ertragfähigkeit an tierischen und pflanzlichen Komponenten, sei es des Planktons, sei es des Ufers oder Untergrundes, zu ermöglichen. Der nachfolgende Abschnitt IV zeigt uns, wie wir die Fauna und Flora eines Gewässers zunächst in ihrer Gesamtheit nach den von V. Hensen[1]) sinnreich erdachten und durch C. Apstein,[2]) O. Zacharias,[3]) E. Walter,[4]) P. Schiemenz u. a. m. auch fürs

---

[1]) „Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materiales an Tieren und Pflanzen", 5. Ber. d. Komm. z. Erf. d. deutsch. Meere, Kiel 1887, S. 1—106, Sitzb. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wissensch., Berlin 1890, u. a. m.

[2]) „Über die quant. Bestimmung des Plankt. im Süßwasser" in Zacharias, „Die Tier- u. Pflanzenwelt d. Süßwassers", Leipzig 1891, II, S. 255 ff., „Das Süßwasserplankton", Kiel 1896, S. 34 ff.

[3]) Frič u. Vavrá, „Die Fauna d. Unterpočernitzer und Gatterschlager Teiches", Arch. d. Nat. Landesd. v. Böhm., IX, 2, S. 117, 118.

[4]) „Eine prakt. verw. Methode z. Bestimm. d. Teichplanktons", Ploener Berichte, III, S. 180—187, Ztschr. f. Fisch. 1896, No. 2—4, S. 129 ff., Kofoid, Bull. Ill. State Lab., Nat. Hist., Vol. V, Art. 1,

Süßwasser weiter ausgebildeten Methoden der Gewinnung der Tiere und Pflanzen in ihrer Gesamtheit abzuschätzen vermögen.

Da wir nämlich die Netzbreite und -länge, sowie weiterhin die Länge (Tiefe) eines jeden Zuges, überhaupt den Flächeninhalt der Fänge, kennen, sind wir sehr wohl imstande, die von dem betreffenden Gewässer jeweilig produzierte Organismenmenge zunächst in toto und bei Anwendung der Zentrifuge und des Schlämmzylinders bzw. der von Hensen und Apstein vorgeschlagenen Pipette auch der Quantität der einzelnen Organismen nach wenigstens grob annähernd zu konstatieren. — Genaue Taxierungen, wie sie für das Ackergrundstück bereits in großer Menge vorliegen, und wie sie bei einem einigermaßen guten Willen jederzeit auch vom Bauern ausgeführt werden können, sind in dem in Rede stehenden Falle fürs Süßwasser um dessentwillen freilich schon unmöglich, weil die Verteilung sowohl der Planktonten als auch der Littoral- und Grundfauna und -flora nur in den seltensten Fällen eine gleichmäßige und gleichbleibende zu sein pflegt.

Vornehmlich auf Grund von Planktonzügen angestellte Berechnungen über die Produktivität der Gewässer sind bereits verschiedentlich in der Literatur verzeichnet, so namentlich von Hensen,[1]) Apstein,[2]) Seligo,[3]) Zacharias,[4]) Walter[5]) L. Cohn,[6]) Schorler und Thallwitz.[7]) — Während Zacharias nebst seinem Schüler E. Walter nun aber mit Vorliebe das Rohvolumen der feuchten Masse bestimmten und dadurch schon zu teilweise recht wichtigen, interessanten Daten gelangten,[8]) zogen

---

Jackson u. Whipple, Technol. Quart., Vol. IX, No. 4, J. Frenzel, Biolog. Centralbl., XVII, No. 5, S. 190.

1) a. a. O., S. 96.

2) O. Zacharias, „Die Tier- u. Pflanzenw. d. Süßw.", Leipzig 1891, II, S. 260, „Das Süßwasserplankton", S. 86 ff.

3) „Hydrobiol. Unters.", Schr. Nat. Ges. Danzig, n. F., Bd. VII, 3.

4) Ploener Ber., III, S. 105.

5) „Über d. Mögl. ein. biol. Bon. v. Fischt.", Allg. Fisch.-Ztg. 1895, No. 6—8, Jahrb. d. Schles. Fisch.-Ver. 1895/1896 u. a. m.

6) Ztschr. f. Fisch., X, 4, S. 252/253.

7) Ann. d. Biologie lacustre 1906, I.

8) Während nach Brandt, Wiss. Meeresunt., Abt. Kiel, n. F., III, S. 75, 50 ccm Plankton 1,02—1,74, im arithmetischen Mittel 1,35 g wiegen, entspricht bei überwiegenden Diatomeen (Ostseeplankton)

Apstein und Seligo nach dem Vorgange von Rodewald (für den Acker) die organische Substanz zu ihren Schätzungen heran und stellten sie in Vergleich zu den von der nämlichen Bodenfläche hervorgebrachten Massen.

So erfahren wir denn speziell durch Seligo, daß unter den heutigen Verhältnissen die See- oder Flußstrecke, genau wie nach Hensen, Heincke, Brandt[1]) u. a. auch viele Meeresflächen, in bezug auf die Ertragfähigkeit an organischer Substanz etwa einer mittleren bis geringen Wiese ähnelt, und durch Brandt[2]) weiterhin, daß im Hinblick auf die Qualität der Weide zwischen Fluß, See, Meer und einer Wiese bis zu einem gewissen Grade ebenfalls Übereinstimmung herrscht. — Vermag eine mittlere Wiese drei Stück Vieh zu ernähren, so können auf derselben Fläche einer guten deren sechs und auf einem rationell gedüngten Klee- oder Luzerneschlag acht bis zehn sich satt fressen.[3]) Daß es im Gewässer ebenso ist, zeigen die folgenden, von Walter, Giesecke, Hübner, Kraatz, Hofer u. a. mitgeteilten Durchschnittswerte:

---

dem gleichen Gewicht ein Volumen von 680—1750 ccm. „Wenn man von diesen leicht zu übersehenden Ausnahmefällen absieht, gestattet die Volumenbestimmung von Ostseeplankton einen zuverlässigeren Schluß auf das Trockengewicht und damit auf die Menge der wirklich vorhandenen Substanz, als man bisher bei der großen Verschiedenheit der Planktonorganismen in bezug auf die Körpergestaltung und bei der Mannigfaltigkeit der Zusammensetzung verschiedener Fänge hatte erwarten dürfen.“ — Analog fand Cronheim, „Versuche in den Hellendorfer Teichen 1904“, Fisch.-Ztg., Bd. IX, S.-A., S. 11, folgendes: „Im Mai wog 1 l des konservierten Planktons durchschnittlich 54, im Juni 46, im Juli 60, im August 55 g. Dagegen wog in den Tagen vom 16.—23. Juni, in denen eine enorme Volumenzunahme beobachtet wurde, 1 l nur 27 g. Bei näherer Prüfung der Protokolle der mikroskopischen Untersuchung ergab sich, daß gerade für diese Tage eine auffällige Zunahme von Volvox, also eines gegenüber den anderen Organismen sperrigen Materials, verzeichnet war.“

[1]) Heincke, „Die Unters. von Hensen üb. d. Prod. d. Meer. a. bel. Subst.“, Mitt. d. Sekt. f. Küsten- u. Hochseefischerei 1889, No. 3—5, Brandt, Wiss. Meeresunt., n. F., Bd. II.

[2]) „Beitr. z. Kennt. d. chem. Zus. d. Plankt.“, Wiss. Meeresunt., Abt. Kiel, n. F., Bd. III, S. 45 ff.

[3]) Vergl. Landw. Kalender v. O. Mentzel u. A. v. Lengerke 1906, I, S. 88.

A. Teiche und Tümpel.

Art	Beobachter	pro Jahr und Hektar kg
Dorfteiche	Hofer	600—750
„	Walter	100—400
Erstklassige kleine Teiche . .	Sperling	150—250
„ große „ . .	„	100—175
Mittlere kleine Teiche	„	100—175
„ große „	„	90—100
Geringe kleine „	„	80—90
„ große „	„	40—50
Sehr magere „	Walter	25—50
Niederungsmoorteiche I . . .	Giesecke[1]	120—140
„ II . . .	„	100—120
„ III . . .	„	80—100
„ IV . . .	„	60—80
Übergangsmoorteiche I . . .	„	100—140
„ II . . .	„	50—100
Hochmoorteiche kultiviert . . .	„	60—80
„ roh	„	20—30
Heideteiche kultiviert	„	80—100
„ roh	„	40—60

B. Flüsse und Seen.

Art	Beobachter	pro Jahr und Hektar		
		kg	Mk.	Pf.
Masurische Seen	A. Hübner	50	10	—
	E. Mahnkopf	30—40	7	—
Hundekehlensee	„	30	30	—
Rheinsberger Seen	„	25	10	—
Müggelsee	„	15—16	7	—
Bugker Seen	„	14—15	6	50
Paarsteinwerder See	W. Kraatz	19	16	—
Köllnitz-See	Hübner	12,5	12	—
Havelseen	„	—	60	—
Saaler Bodden	„	—	25	—
Steinhuder Meer, 3500 ha[2]) . .	„	10	4	—

---

[1]) Die von S. Jaffé mir für mein Karpfenbuch gemachten Angaben (S. 211—212) waren teilweise noch zu hoch gegriffen.

[2]) Fisch.-Ztg., VII, S. 301.

Art	Beobachter	pro Jahr und Hektar kg	Mk.	Pf.
Dümmer-See, 1500 ha, früher[1])	Hübner	—	1	—
„ „ „ „ jetzt .	„	12	5	—
Balaton-See früher[2])	Morcinek	10—15	3	—
„ „ jetzt	„	10—15	6	—
Sibirische Flüsse	Kunst u. Albers, Wladiwostok	30—50	—	—
Kanadische Pacific-Flüsse . .		50	—	—
Nordchinesische Flüsse . . .		50—60	—	—
Labrador-Flüsse	H. Mallmer	40—50	—	—
Kanadische Atlantic-Flüsse .	„	20—25	—	—
Grosser Fischfluß	„	50—60	—	—
Olsa bei Teschen	Morcinek	15—18	—	—
Bobr „ „	„	10—11	—	—
Weichsel bei Drahomischl . .	—	6	—	—
„ „ Krakau	Nowicki	18	—	—
Isar bei München[3])	Hofer	20	—	—
Amazonas	Gouvernementsberichte	10—15	—	—
Orinokko		20	—	—
Ganges		20—30	—	—
Mekong, Menam		22—35	—	—
Javanische Flüsse	R. Thirion	24—30	—	—

Es werden durch diese Angaben, welche ich teils selbst an Ort und Stelle gesammelt habe, teils mir durch befreundete Schiffsoffiziere verschafft wurden, die Seite 251 ff. wiedergegebenen Ansichten und Theorien von V. Hensen, K. Brandt, A. Hübner u. a. vollauf bestätigt. Interessant sind im Anschluß hieran folgende Zahlen für die Produktivität des landwirtschaftlich genutzten Landes. Es bringt der Quadratmeter Gramm organische Substanz:

---

1) Ebenda, S. 143.

2) An diesem See war früher durch Einführung der von verschiedenen Gutachtern und Obergutachtern vorgeschlagenen Meliorationsmethoden so viel gesündigt worden, daß die Gesellschaft vor dem Ruin stand. Seitdem aber die von Morcinek und Béla Corchus erteilten Ratschläge befolgt werden, prosperiert das Unternehmen.

3) Über d. unt. Elbe s. Fisch.-Ztg., VI, S. 527, VII, S. 28, 594, 789, 813, 823 u. a. m; Weser, ebenda, VI, S. 51, 122, VII, S. 159, VIII, S. 91; d. Bodensee, ebenda, VI, S. 699, VII, S. 766, VIII, S. 29; Genfersee, ebenda, VI, S. 298, VIII, S. 514; d. Kurische Haff, ebenda, VI, S. 298, usw.

	Frucht	Durchsch.	Maxim.
Nordsibirien	Getreide	520	800—1000
Kanada	Weide	430	600—750
	Getreide	650	—1200
Nordchina	Zwischenfrucht	1200	—1800
Deutschland	Weide	350	1200
	Rüben	650	1100
	Zwischenfrucht	950	1400
Indien	Getreide	1100	1600
	Zuckerrohr	2800	5200
Ägypten	Getreide	860	1500
	Baumwolle	800	1700
	Zuckerrohr	2000	4000
Venezuela	Weide (Llanos)	680	1420
	Sorghum	1400	2500

Über die mustergültige Bewirtschaftung der Seen in Siehdichum bei Grunow durch Forstmeister Reuter siehe außer den Mitteilungen des Brandenburgischen Fischerei-Vereins 1900, Heft 1, Zeitschrift für Fischerei 1897, „Die Fischerei in den Gewässern des Forstrevieres Siehdichum", S.-A., u. a. m.

Schon lange vor Reuter hat übrigens E. Mahnkopf-Spandau eine reguläre Bewirtschaftungsweise in den von ihm gepachteten Seen und Flußstrecken eingeführt.[1]) Infolge eines Zuviel an Fressern waren nämlich gegen den Ausgang der sechziger Jahre des verflossenen Jahrhunderts die Bleie in der Unterhavel total degeneriert, „schieläugig", teilweise erblindet und am Rücken und Bauch so scharfkantig wie ein Messer. In den fischärmeren, dabei nahrungsreicheren Oberlauf gebracht, wuchsen sie sich jedoch vorzüglich aus, und namentlich überholte die von ihnen herstammende reine bzw. Kreuzungsbrut die der dort eingesessenen Artgenossen ganz gewaltig. Solche Wahrnehmungen bewogen Mahnkopf, nach dieser Richtung hin weiter zu experimentieren, dann aber die Rheinsberger Seen hinzuzunehmen und dort einen ganz regulären, durchaus rationellen Turnus einzuführen, und das um so eher, seitdem die Krebspest einen jährlichen Ausfall von 6- bis 8-, sogar 10000 Mark verursachte. — Vor und bei der Übernahme der Pacht brachten die Becken, wie jetzt auch wieder, im groben Durchschnitt 5 bis 6, in maximo 10 bis 12 Pfund pro Morgen Fläche. Infolge der seit Ausgang der siebziger Jahre durch Mahnkopf inszenierten, planmäßigen Aussetzungen von Zandern, Aalen, Karpfen, Schleien, Bleien (in manchen Jahren von letzteren über 100 Zentner), Alanden, Döbeln, Häslingen u. a. m., in Verbindung mit einem schärferen Befischen (s. a. A. Hübner), stieg der Ertrag in einigen von den Seen quantitativ um 50 und mehr, qualitativ, d. h. dem Gelderlös nach, **sogar um 75 bis über**

[1]) Schaffer, D. Fisch.-Ztg. 1888, No. 25, Knauthe, D. Landw. Pr. 1896, Fisch.-Ztg., I., 139, Sporer, Hankel, ebenda, S. 221 u. 222.

100 Prozent, um nach Abgabe der Pacht in weniger geschickte Hände schnell wieder auf das frühere Niveau abzufallen. — Einführung der in Figur 99 bis 101 dargestellten Laichvorrichtungen neben Lundschen Brutkästen, ebensowohl zur Vermehrung des Bestandes wie andererseits zur Vernichtung überschüssiger Brutmengen.

Grundsatz: „Eine bestimmte Fläche vermag nur ein bestimmtes Quantum Nahrung zu produzieren, von welcher weiterhin bloß eine bestimmte Anzahl Fische großwachsen kann;[1]) der Keim der Raschwüchsigkeit wird bereits in der Jugend gelegt, je mehr unnütze Fresser also an der jeweiligen Nahrungsmenge partizipieren, desto

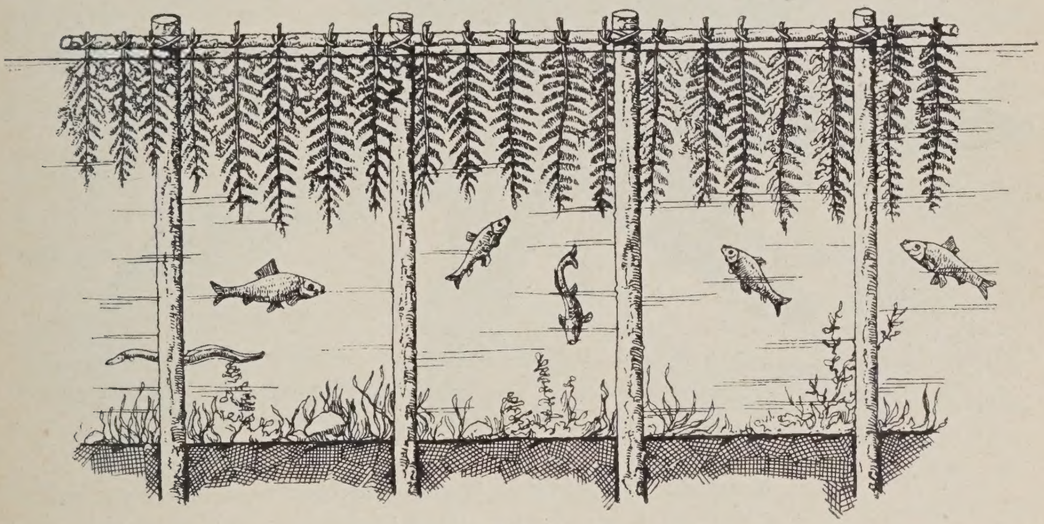


Fig. 99.

Einfache Vorrichtung zur Förderung des Laichgeschäftes in wilden Gewässern.

Nach E. Mahnkopf.

drohender ist die Gefahr des Verfalls der Gattung oder Art, daher Nutzen der Raubfische, auch der als Fischräuber verschrienen Tiere, vorausgesetzt natürlich, daß deren Bestand in Schranken gehalten wird. (Seitenstücke in der Teichwirtschaft: Dubisch-Verfahren[2]) und Nicklasscher Besatz[3]) nach der Produktivität.) Jede Gruppe, oder richtiger Spezies, hat sich im Laufe der Zeit an eine ganz bestimmte typische Nahrung gewöhnt, die, wie der Döbel, Rapfen u. a. m. zeigen, analog den lokalen Bedingungen allerdings von Fall zu Fall sehr stark variieren kann. Die intensivste Ausnützung der Flächen wird mithin einzig ein gemischter Bestand gewährleisten, aus dem die großen, unproduktiven Stücke möglichst auszumerzen

---

[1]) A. Hübner, „Fischwirtschaft", S. 144, 194.

[2]) Öst.-ung. Fisch.-Ztg. 1880, S. 229, Gasch, Zirk. d. D. Fischerei-ver. 1884, S. 36/37, M. v. d. Borne, „Züchtet Sommerlaichfische", Berlin 1887, P. Morcinek, „Beiträge z. Gesch. d. Dubisch-Verf.", Wien 1906.

[3]) Sitzb. k. böhm. Ges. d. Wiss. 1887, S. 240 ff., „Lehrb. d. Teichw.", S. 360 u. 390, D. Fisch.-Ztg., Stettin 1887, No. 42, 1888, No. 11 ff.

sind. Der beste Wegweiser ist hierbei die Natur selbst. Je tiefer die Kultur direkt oder indirekt auch in unsere Verhältnisse eingreift, je mehr sie eine Produktionsquelle nach der anderen versiegen läßt,

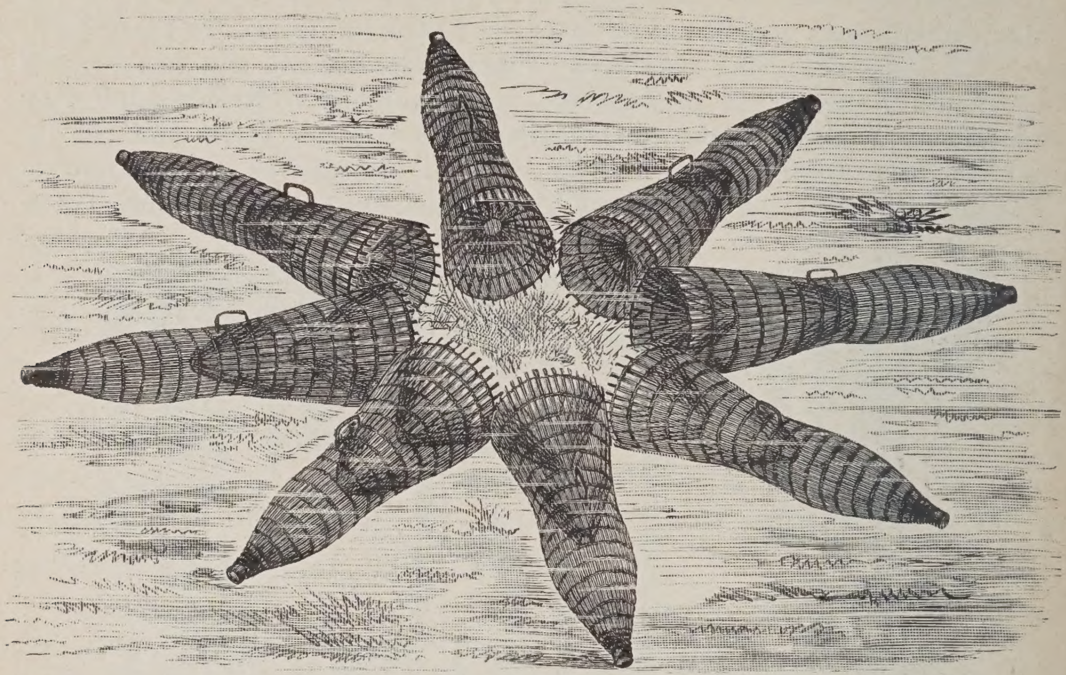


Fig. 100.
Krazinge im seichten Wasser liegend.
Nach E. Mahnkopf. (Oberansicht.)
Die Reusen sind an eine flache Stelle derart gelegt, daß das Wasser ein wenig über die Krolle wegragt. Auf und zwischen diesen befindet sich Kraut oder liegen gewaschene Militzwurzeln, an denen die Fische ihren Laich absetzen.

desto mehr müssen wir danach trachten, durch geeignete wirtschaftliche Maßnahmen die so entstandenen Schäden auszugleichen, wett zu machen, dabei aber gleichzeitig bestrebt sein, den Ansprüchen unserer der Zahl und dem Wohlstande nach rapide sich mehrenden Bevölkerung durch die Intensität des Betriebes

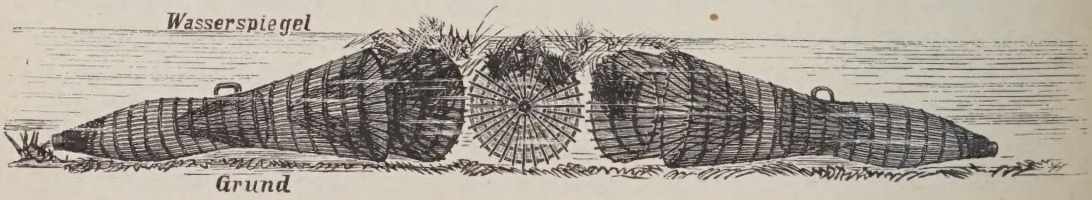


Fig. 101.
Krazinge in Profilansicht. Nach E. Mahnkopf.

gerecht zu werden. Es wiederholen sich also vor unseren Augen die Vorgänge, wie sie früher zur Klosterzeit hierzulande, ganz besonders aber in China drüben, sich abgespielt haben: das Gros der Fischer wird durch die Verhältnisse dazu gedrängt, die bisher geübte Nomaden-

wirtschaft aufzugeben, die Objekte mehr und mehr als Abwachsflächen zu betrachten und, gleichwie man in der Teichwirtschaft in recht kurzer Zeit vom sechs- zum vier-, von diesem wieder zum dreijährigen Turnus übergegangen ist, ja, momentan diesen letzteren noch um einen Sommer kürzen möchte, gilt auch für uns der Satz: „Rascher Umsatz, doppelter Gewinn". Aus diesem Grunde schon müssen wir größere Setzlinge bevorzugen, denn sie wachsen uns schneller ins Geld. Freilich heißt es gerade hierbei: „Probieren geht über Studieren", kennen selbst wir Praktiker uns lange nicht allemal aus." — So vermochten in einigen von den Rheinsberger Seen die in Masuren unter analogen Verhältnissen wuchernden Alande und Döbel nicht hochzukommen, gediehen die Zander ausschließlich in einigen wenigen Objekten u. a. m. — Interessant ist die auch in der Teichwirtschaft gemachte Beobachtung, daß die zugesetzten Fische jahrelang vornehmlich untereinander streichen (Fuschlersee-Saiblinge im Schliersee), schon deswegen, weil wir ähnliches vom Wilde ebenfalls kennen (E. R. v. Dombrowski, „Das Rotwild" [Jagdpraxis III], Wien 1905, S. 105 ff.). — „Während, im richtigen Verhältnis eingesetzt, der Karpfen in unseren Flüssen und Seen die anderen Friedfische nicht von der Weide abdrängt, die Erträge der Flächen, besonders der Qualität (dem Gelderlös) nach, vielmehr wesentlich erhöhen hilft, kann er überall dort, wo seine Brut hochkommt,[1]) wie in Amerika,[2]) an der unteren Donau, im Hundekehlensee (Grunewald) u. a. m., die Bleien usw. vollkommen unterdrücken.[3]) In derartigen Fällen muß unter allen Umständen scharf gefischt werden; anderenfalls treten, weil eben die Nahrung für die zahlreichen Fresser nicht mehr hinreicht, und minderwertiges Material das qualitativ gute, typische ersetzen muß, zunächst (infolge vermehrter Fettbildung) geringeres Wachstum, dann ein Abmagern ein, den Schluß bilden Epidemien, denen oft der ganze Bestand von den abgezehrten, geschwächten Individuen zum Opfer fällt (s. Hübner a. a. O., S. 48—50).

Brotfisch für uns Fischer wird immer der Wasserpolizist Hecht bleiben. Das hindert uns aber nicht, die Vermehrung auch anderer Arten aus der Sippe der Räuber, bis hinab zum Stint, zu begünstigen. Reicht das natürliche Futter für dieselben nicht aus, so verschaffen wir ihnen ein Mehr durch die voraufstehend skizzierten Laichvorrichtungen oder Schonreviere. Auch hier ist die Natur wieder

---

[1]) „Laicht der Karpfen in offenen Gewässern?", Fisch.-Ztg., I, S. 462, 547, 593 u. a. m.

[2]) Fisch.-Ztg., II, S. 157, 272, 560, III, S. 783 usw.

[3]) Ähnliches wird von Salmoniden, beispielsweise fontinalis und fario, vielfach behauptet, scheint aber auch zwischen Barsch und Zander (A. Hübner a. a. O., S. 7), Stichling und Maräne (ders., S. 48), Karpfen und Karausche (v. Gärtner), Lachs und Stör (J. J. Breckwoldt, Fisch.-Ztg., VII, No. 21) usw. vorzukommen.

die beste Lehrmeisterin der Kunst, denn wo bleiben die im Frühling ausgekommenen Millionen und Milliarden von Brut? Würden sie nicht gefressen, so müßten sie sich großhungern oder elend zugrunde gehen. Sie tunlichst zu verwerten, in gut bezahltes Fischfleisch umzusetzen, muß also unser Bestreben sein. Die kräftigsten Individuen wissen sich schon durchzuschlagen, und gerade dieser Umstand verbürgt uns einen andauernd guten, gesunden Bestand (natürliche Zuchtwahl Darwins).

„Verständig schonen und intensiv fischen“ lehren wir im Gegensatz zu den Fischereifreunden. Mit diesem Prinzip harmoniert scheinbar das Faktum recht wenig, daß wir immer und immer wieder auf die Ablösung der Mit- und Nebenberechtigten, die Vereinigung größerer Flächen zu einem Betriebe hindrängen, also das Gegenteil von dem bezwecken, was die Landwirtschaft seit langem postuliert und durch die Rentengüter des Ostens zu verwirklichen bestrebt ist. Der Unterschied ist aber der, daß, während der Bauer und Kossät weiß, daß er ohne gute Saat keine Ernte erwarten kann, unsere Mit- und Nebenberechtigten bloß aus den Gewässern herausziehen, nie einsetzen wollen, und daß sie aus diesem Bestreben heraus alle unsere Maßnahmen durchkreuzen. Deswegen müssen wir in unserem ureigensten wie im nationalökonomischen Interesse das kleinere Übel in den Kauf nehmen, sie einfach ablösen.

Ob wir jemals als Äquivalent für die ihnen von der Landwirtschaft fortlaufend mehr entzogenen Düngermengen[1]) unseren Seen werden Substrate bieten können, hängt ganz von den Umständen ab. Daß die Sache geht und rentiert, haben mir Versuche in meinen kleinen Bugker und Rheinsberger Objekten (s. S. 353) bewiesen; bei größeren dürfte indessen unsere Kasse sehr energisch dagegen remonstrieren. Nun, vielleicht greifen unsere Nachfolger, der Not gehorchend, auf die bereits von den Mönchen stellenweise geübte Methode zurück, den See abzulassen und die im Grunde lagernden, beträchtlichen Nährstoffmengen durch eine Sömmerung zu erschließen. Für unsere Techniker ist ja heute schier nichts mehr unausführbar, und was ein derartig melioriertes Becken auf Jahre hinaus zu produzieren vermag, hat mir der Lumpasee in Bugk gezeigt.“

E. Mahnkopf sind A. Hübner-Frankfurt a. O., W. Kraatz-Paarsteinwerder u. a. m. gefolgt. Dank den Versuchen aller dieser Praktiker verfügen wir für unsere norddeutschen Flachlandseen bereits über einen festgefügten Wirtschaftsmodus,[2]) der bei den Aussetzungen des Brandenburgischen Fischerei-Vereins schon reichlich Früchte getragen hat.

Aus der Tabelle Seite 452/453 ergibt sich übrigens bei näherer

---

[1]) G. Oesten, „Urs. d. Abn. uns. Fischbest.“, Fisch.-Ztg., III, 835, IV, 165, W. Kegel, ebenda 1901, S. 113 u. a. m.

[2]) „Beobacht. u. Beitr. z. Wirtschaftslehre uns. Binnenfischerei“, Fisch.-Ztg., Bd. VIII, S. 265 ff., 281 ff.

Betrachtung die Stichhaltigkeit des Hübnerschen Ausspruches, daß „nur ein intensives Fischen Werte schafft" (a. a. O., S. 114, 137, 161, 205 u. a.), ohne weiteres. Kein Wunder! Je älter die Tiere sind, desto mehr wird von der aufgenommenen Nahrung als Erhaltungs-, um so weniger mithin als Produktionsfutter verwendet werden. Ein Hecht von 40, ein Karpfen von 30 Pfund sind wohl Attraktionsstücke für Ausstellungen, vom wirtschaftlichen Standpunkte aus aber unnütze Fresser, denn von dem, was sie verschlingen, hätten zehn jüngere vielleicht 20 Pfund Fleisch zu produzieren vermocht. — So liefert die bei Teschen durch Scharen von Anglern überfischte Olsa dort 15 bis 18, in guten Jahren sogar 25 bis 30 kg pro Hektar, meist Döbel und Nasen von 15 bis 20 cm Länge, der einzige Pächter unterhalb bringt es dagegen, gleich denen in der Weichsel bei Drahomischl, nur auf 4 bis 5 bis 6 kg, darunter Stücke von 1 bis 2 Pfd.; Schwarzwasser rangiert schon wieder mit 8 bis 10 bis 12 kg Mittelfischen.

Wichtig sind im Anschluß hieran die treffenden Ausführungen von Répássy-Budapest (Verh. V. Int. Fisch.-Kongr., Wien 1905, ebenda 1906, S. 93 ff.), welcher ganz in Übereinstimmung mit den Seite 87, 244 und 317 von mir entwickelten Hypothesen zeigt, wie sehr der Fischreichtum der Theiß im Laufe einer langen Periode durch die Dauer und Art der Überschwemmungen beeinflußt wurde (Fig. 102), wie stark schädigend Kanalisation, Deich-, Buhnenanlagen dort eingegriffen haben, und in Übereinstimmung mit P. Gerhardt („Fischteiche und Fischwege, Arb. d. Ingen. z. Nutz. d. Fischerei", Leipzig 1904), auf welche Weise die so geschlagenen Wunden wieder zu heilen sind (s. a. H. Ottó, „A Halgaz daság", Budapest 1888).

Den Zahlen für die Produktivität stellen sich wieder die von mir ermittelten Daten für die organische Substanz und ein qualitativ stets besser werdendes Nährstoffverhältnis an die Seite, welches zudem analog den Befunden von Giesecke und Cronheim vom Juni ab ein engeres, also dem alsdann steigenden Eiweißbedarf der Weißfische angepaßt zu sein scheint.[1]) (Auch in Forellenbächen dürfte das der Fall sein, insofern, als dort in die Periode der größten Freßlust ebenfalls im großen ganzen die Entwickelung einer sehr proteïnreichen und verhältnismäßig fettarmen Nahrung fällt. Überhaupt weisen, deucht mir wenigstens, die Fliegenlarven usw. in den typischen Forellenbächen ein viel engeres Nährstoffverhältnis auf als diejenigen der Ebene. Inwiefern dieser — vorläufig noch hypothetische — Umstand mit der stärkeren Strömung jener und dem dadurch bedingten höheren Stoffverbrauch der Fauna zusammenhängt, ist näher zu untersuchen.)

---

[1]) Fisch.-Ztg. 1906, Zuntz, D. Landw. Presse 1906, No. 34 u. 35, Mitt. a. d. Klub d. Landw., Berlin, No. 488, 489, Mitt. d. Fisch.-Ver. f. d. Prov. Brandenburg 1906, No. 3,4.

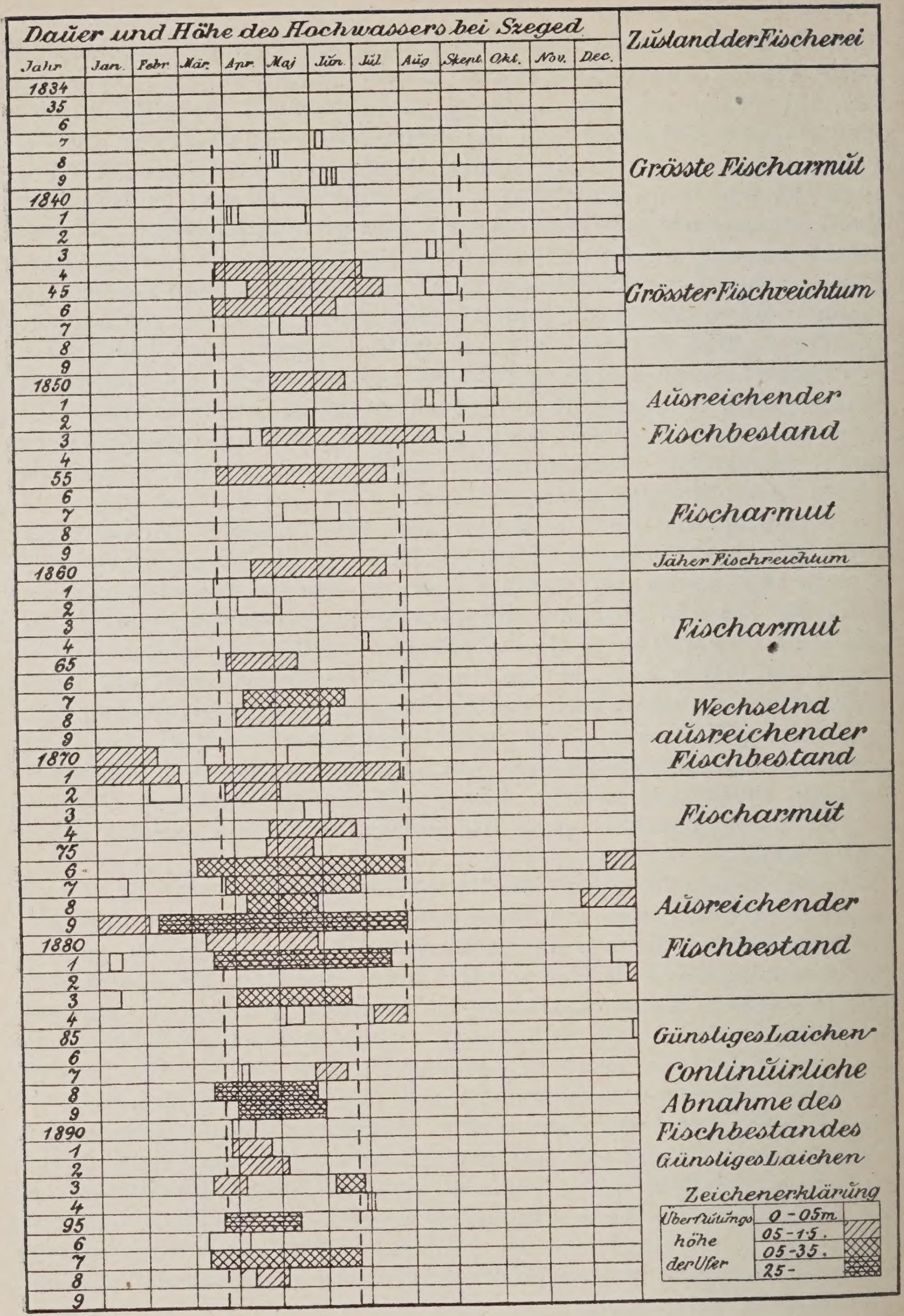


Fig. 102.

Einfluß der Menge und Art der Überschwemmungen auf den Fischreichtum der Theiß.

Nach Répássy, Budapest.

	Org. Subst. pro cbm. g:
Sehr magere Teiche	150—175
Magere „	175—200
Mittlere „	200—250
Gute bzw. gedüngte Teiche	300—600—800[1])
Sehr gute Teiche	1000—2000
Dorfteiche	2500—8000[2])

Für die durchströmten Weiher und Flüsse wären aus den erörterten Gründen systematische Untersuchungen sowohl der Mikro- wie der Makrofauna auf ihren relativen Fleisch- und Fettgehalt ebenfalls erwünscht.[3]) Jedenfalls fand ich sowohl bei Karpfen wie bei Daphnien grob annähernd Unterschiede von 25 und mehr Prozenten. Da nun die Verbrennungswärme für je 1 g folgende ist:

Eiweiß	4,1 Kal.	Stärke	4,18 Kal.
wasserhalt. Muskelfleisch	0,9 „	Rohrzucker	3,96 „
Fett	9,6 „	Traubenzucker	3,74 „

müssen sich in Anbetracht des gleichzeitig erheblich gesteigerten Bedarfes der Fische natürlich sehr augenfällige Unterschiede in der Bilanz solcher Gewässer den nicht durchströmten gegenüber herausstellen (s. S. 384 ff).

Interessant sind im Anschluß an das Gesagte zweifelsohne die Angaben von C. A. Kofoid,[4]) welcher nachweist, daß

---

[1]) Mutschler (Forschungsber. üb. Lebensm. usw. 1896, 3, S. 399) zeigt, daß im Aarewasser nach Aufnahme der Effluvien der Stadt Bern, trotz der 125—600fachen Verdünnung, die Anzahl der Diatomeen von 80 auf 853 im Liter ansteigt; dagegen H. Claßen, Gesundheit 1898, S. 377.

[2]) Nach Schorler u. Thallwitz a. a. O., S. 58 ff. kommen im Moritzburger Teiche pro m^2 = ccm Rohvolumen: Januar 103, Februar 82, März 102, April 152,5, Mai 182,6, Juni 138,6, Juli 163, August 201, September 404,7, Oktober 304, November 280.

[3]) In phänologischer Beziehung gilt hier nach Br. Schroeder, Forschungsber. biol. Stat. Ploen, VI, II, S. 37, Biol. Zentralbl., XVIII, No. 14, S. 525, daß das Gefälle (die Strömung) und die Planktonmenge einander umgekehrt proportional sind: je stärker die Strömung bzw. kälter das Wasser, desto mehr überwiegen die Bacillariaceen, je ruhiger, wärmer jenes, desto größere Chlorophyceen- und von letzteren lebende Crustaceenmengen (vergl. a. Lemmermann, Ploen. Berichte, V, S. 39 u. 100, sowie über Analoga im Meer [kaltes Florenreich = Bacillariaceen, warmes Florenreich = Peridineen, Schizophyceen usw.], F. Schütt, „D. Pflanzenleb. d. Hochsee“, 1893, H. Gran, Ber. d. Deut. bot. Ges., XV, S. 132—136.)

[4]) Vergl. d. Ref. in Fisch.-Ztg., Bd. VII, No. 26.

planktonreiche Jahre allemal auch gute Fischzüge bedingen, ein Faktum, auf das Hübner, Giesecke, Linke u. a.[1]) schon vor Jahren hingewiesen haben, was aber gerade jetzt im Hinblick auf die Angaben von Schiemenz über die Grundfauna doppelt unterstrichen zu werden verdient. Die betreffenden Zahlen sind für den Illinoisfluß folgende:

Jahr	Gesamtgewicht der in den Handel gebrachten Fische in Pfund	Durchschnittlicher Planktongehalt pro cbm ccm			Gesamtplanktonmenge in cbm
		im Strombett	in Altwässern	Gesamt	
1894	8 276 227	2,53	4,40	6,93	45 757
1895	8 588 000	5,91	10,76	16,67	83 340
1896	7 252 811	1,05	7,18	8,23	28 629
1897	9 703 298	3,51	5,85	9,36	94 605
1898	10 647 466	2,03	12,42	14,45	63 596
Durchschnitt	8 933 560	2,71	8,42	11,13	67 750

Von den Dinobrien-Seen Apsteins (s. S. 22 ff., 281 ff.) bis zum Dorfteich zieht sich gleich einem roten Faden der unverkennbare Einfluß der Nährstoffe und von deren relativer Menge auf den Organismengehalt der Gewässer in quantitativer wie qualitativer Beziehung, und je ärmlicher die Karauschenpfütze, desto drohender schwebt über ihren Bewohnern das Gesetz des „Minimums". Von einem Luxusverbrauch und Luxusansatz, wie er im Entenpfuhl gang und gäbe ist, kann im Hochmoortümpel füglich nicht die Rede sein.

Auf unsere Verhältnisse angewendet lautet das Gesetz des „Minimums": „Die Entwickelung der Organismen wird bedingt durch den in einer bestimmten Wassersäule in der Minderheit vertretenen, unentbehrlichen Nährstoff." Darüber, welche Substanzen hierzu zu zählen sind, gehen die Meinungen der Gelehrten noch auseinander. Im allgemeinen müssen wir aber Kohlensäure (Sauerstoff), Stickstoff, Schwefel-, Phosphorsäure, Kalk (Magnesia), Kali, Chlor und Eisenoxydsalze als unentbehrlich zunächst für die Pflanze und dann wohl auch für das niedere Tier ansprechen. Halten wir diesen Postulaten die in den Tabellen von v. Wolff enthaltenen Durchschnittswerte gegenüber, und betrachten wir

[1]) „Fischwirtschaft", Bautzen 1905, S. 144, E. Walter a. a. O.

daraufhin die Nährstoffquellen der verschiedenen Dorfteiche, so werden wir finden, daß hier die Entwickelung der Organismen, namentlich in Trockenperioden, aus den gleichen Gründen wie im Karauschentümpel nur zu leicht eingeschränkt, ja sogar begrenzt sein kann. — Im Gartenbau und auch anderorts wird es als Erfahrungssatz angesehen, daß ein in der Jugend üppig ernährter Organismus, wenn er plötzlich in ärmliche, knappe Verhältnisse gebracht wird, verkümmert und eingeht. Das nämliche können wir im Teiche oft genug ebenfalls beobachten, daher der Wert der von Walter[1]) empfohlenen permanenten Wasserdüngungen, last not least die oft gewaltigen Unterschiede in der Produktivität von sonst gleichen Dorfteichen. — Das Gesagte gilt aber nicht bloß von den organischen Stoffen, sondern in weit höherem Grade noch von den Aschenbestandteilen. So gewiß es ist, daß der tierische und pflanzliche Organismus sich in bezug auf die letzteren bis zu einem gewissen Grade einschränken kann, so wenig will mir die Theorie von der gegenseitigen Ersetzlichkeit der Nährstoffe — und dazu gehören die Salze doch auch — einleuchten.

Zwischen allen diesen eben erwähnten Untersuchungen und Bestimmungsmethoden klafft indessen noch eine gewaltige Lücke. — Die zuerst von Pancritius[2]) und Klien[3]) auf Veranlassung von B. Benecke, J. Frenzel,[4]) endlich von mir im tierphysiologischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin unter Leitung von N. Zuntz vorgenommenen Stoffwechselversuche haben in schöner Übereinstimmung mit den früher von C. Nicklas,[5]) J. Šusta,[6]) E. Walter u. a. und jüngst wieder von V. Šusta,[7]) Giesecke

---

[1]) Jahrb. Schles. Fisch.-Ver. 1895, Zeitschr. f. Fisch. 1896.

[2]) Mitt. Fischv. f. d. Prov. Ostpreuß. 1885, No. 2, S. 18, 1889, No. 4, S. 33/34.

[3]) Königsb. land- u. forstw. Ztg., Königsb. i. Pr. 1886, No. 24.

[4]) Allg. Fisch.-Ztg. 1895, S. 271, Mitt. d. Westpr. Fisch.-Ver. 1895, S. 90.

[5]) B. Weddige, D. Landw. Presse 1877, No. 5, D. Fisch.-Ztg. 1883, S. 171, 178, 194, Overbeck, ebenda 1882, S. 346, 372/73, Nicklas, „Lehrb. d. Teichw.“, Stettin 1880, S. 201—224, D. Fisch.-Ztg. 1882, No. 36, S. 288, Bayer. Fisch.-Ztg. 1883, S. 256, u. a. m.

[6]) „Die Ernähr. d. Karpf. u. s. Teichgen.“, 2. Aufl., Stettin 1906, S. 246.

[7]) Österr. Fisch.-Ztg. 1906, No. 12, S. 204.

und Cronheim[1]) u. a. ermittelten, teils rein praktischen, teils praktisch-wissenschaftlichen Daten gezeigt, wie hochgradig unter sonst gleichen Verhältnissen der Effekt der Fütterung durch die Qualität der Nahrung auch bei Fischen beeinflußt wird, wie weiterhin die von E. v. Wolff, C. u. F. Lehmann, Zuntz, Kellner u. a. für den Warmblüter, v. Voit u. v. Pettenkofer, Atwater, Zuntz usw. für den Menschen in langwierigen, exakten Experimenten festgelegten Tatsachen für den kaltblütigen Fisch im großen ganzen gleichfalls Gültigkeit haben, und daß endlich das so beliebte Schlagwort vom Karpfen als dem „Schweine unter den Fischen" in dieser Beziehung wenigstens zutrifft. In manchen Gegenden, besonders Galizien, Lodomerien, der Bukowina usw., sind fette, weichliche Karpfen von der jüdischen Bevölkerung ebensosehr gesucht und infolge davon höher bewertet, wie man sie anderswo gering achtet und einschätzt. Daß in noch höherem Grade als bei den Cypriniden die Wertschätzung der Salmoniden von der Qualität, ja der Farbe des Fleisches und den lebhaften Tinten des Exterieurs abhängt, zeigen die von Arens,[2]) Linke[3]) u. a. über diese Frage ausgefochtenen Preßfehden.

Trotzdem diese Tatsachen längst geläufig sind, die Landwirtschaft schon seit Liebig und Grouven mit ihnen rechnet, hat man sich in der Fischzucht doch erst verhältnismäßig spät um sie gekümmert, nachdem aus dem Meere durch Hensen, Brandt u. a. bereits sehr exakte Daten vorlagen. Kein Wunder! Solange die Utopie, „die Forelle in den Topf des Arbeiters", die Vereinsleitungen befangen machte, die „Millionen" ausgebrüteter Eier den Laien Sand in die Augen streuen mußten, und ein gefangener, fremder Salmonide wahre Hosiannageschreie in der Presse auslöste,[4]) war die Qualitätsfrage durchaus quantité négligeable, denn der Mann mit der schwieligen Faust pflegt alles andere eher als ein Gourmand zu sein. Daher ging man denn auch an allen von Pancritius, Klien, Gasch usw. gegebenen Anregungen interesse- und verständnislos vorüber.

---

[1]) Fisch.-Ztg., IV, S. 305, 321 ff., VIII, S. 661, 667, 696, 711 ff., IX.

[2]) Allg. Fisch.-Ztg. 1894, Fisch.-Ztg., VII, S. 225, 293, VIII, S. 7.

[3]) Generalv. Sächs. Fisch.-Ver. 1904, abgedr. in P. Vogel, „Ausf. Lehrb.", I, S. 356 ff. (Z. 3 sinnentst. Druckf., soll heißen: **180**, nicht 1800 m²), Fisch.-Ztg., VI, S. 545.

[4]) H. Danner, D. Fisch.-Ztg. 1888, No. 21, Schaffer, ebenda, No. 29, 43 u. a. m.

Um nur ein Beispiel aus dem Meere anzuführen, zeigt Hensen, a. a. O., S. 34 bis 36, daß 1 ccm Rhizosomalien (Meeresdiatomeen) feucht 0,72, trocken 0,00635 g wiegt, und daß davon 0,00267 g, also **42,05** %, organische Substanz sind. 1 ccm Kopepoden ist dagegen feucht 0,1437, trocken 0,01325 g schwer; sein Gehalt an organischer Substanz beträgt 0,013175 g, also **99,5** %.[1])

Nach weiteren Versuchen, denen er selbst nur einen bedingten Wert beimißt, berechnete Hensen, daß ein Kopepode zu seiner Ernährung täglich mindestens 12, d. h. im Jahre 4370, Ceratien braucht.[2]) Da nun in 1 qm Oberfläche (also einer Wassersäule, welche 1 qm zur Grundfläche und die Tiefe der Ostsee [20 m] zur Höhe hat) ungefähr 1 000 000 Kopepoden leben, so bedürfen diese zu ihrer Nahrung 4370 Millionen Ceratien, welche 4370 × 0,031245 = 133,35 g organische Substanz liefern.

Daß die pflanzlichen Produkte und vornehmlich die Diatomeen bei der Ernährung der größeren Kopepoden auch im Süßwasser eine gewichtige Rolle spielen, ergibt sich aus den zahlreichen Untersuchungen von Lemmermann, Apstein u. a.; für die Nauplien kommen dagegen nach Zacharias (Fisch.-Ztg., VII, No. 40) besonders die Wasserblütenalgen in Betracht,[3]) während Daphnien, Bosminen usw. sich bald von Algen, bald von Detritus, endlich auch von den im Wasser gelösten Stoffen ernähren.[4])

---

[1]) Nach K. Brandt, Wiss. Meeresunt., Abt. Kiel, n. F., Bd. III, S. 77, sind je 675 000 000 Diatomeen, 42—65 000 000 Peridineen oder 300—500 000 Kopepoden = 1 g Trockensubstanz.

1 Kopepode = 135 Peridineen = 1687 Diatomeen,
1 „ = 12,5 „

Auf aschefreie Trockensubstanz bezogen:

1 Kopepode = 142 Peridineen = 4848 Diatomeen,
1 „ = 34 „

[2]) Nach Br. Schroeder, Biol. Zentralbl., XVIII, No. 14, S. 528, hatten Rädertiere (Asplanchna periodonta) jeweilig im Magen (pro Individuum): 3 Euglena viridis, 5 Peridinium tabulatum u. 23 Stephanodiscus-Exemplare, andere je 40 und mehr Dinobrien und einige Stephanodiscus.

[3]) Übrigens hatte nach D. Fisch.-Ztg. 1887, S. 93/94, schon 1873 A. Frič in den Sitzungsber. Akad. d. Wissensch., Prag, zu Fütterungsversuchen mit Limnochlide flos aquae an Karpfen aufgefordert.

[4]) Knörrich a. a. O., Ploen. Ber. 1904, XI, S. 244 ff.

Über die feinere Zusammensetzung dieses Planktons belehrt uns wiederum K. Brandt (s. a. Fig. 106):[1])

	Prozente:					
	Eiweiß	Fett	Nfr Extraktstoffe	Rohfaser	Asche	Kieselsäure
Peridineen, vorzugsweise Ceratiumarten . . .	13,0	1,3	39,0	41,5	5,2	—
Wasserblütenalgen*) . .	26,4	1,8	47,9	18,5**)	5,4	—
Kopepoden	59,0	7,0	20,0	Chitin 4,7	9,3	—
Sida hyalina***) . . .	57,3	7,6	—	—	21,5	—
Bosmina†)	72,4	8,2††)	—	—	17,4	—
Diatomeen, vorzugsweise Chaetoceros	10—11,51	2,5—3,8	22		10,7	50—58,5
Herbst- und Winterplankton	20,2—21,8	2,1—3,2	60,0—68,9		8,5—15,7	—

*) Nach eigenen Analysen des Verfassers.

**) Die in den Wasserblütenalgen vorhandene Zellulose ist sehr leicht zersetzlich, sie wird infolge davon — das ist für den Stoffkreislauf wieder äußerst wichtig — ungemein rasch von den Bakterien, sogar, wie es scheint, den Fermenten der Nauplien, gelöst bzw. vergärt (Brandt).

***) Nach den von Gasch mitgeteilten Analysen von Morawski-Bielitz.

†) Siehe meine „Karpfenzucht", Neudamm 1901, S. 269.

††) Übrigens fand ich in:

der aschehaltigen Diatomeensubstanz			5,4—8,3 %	Ätherlösl.
bei Kopepoden aus guten Himmelsteichen . .	52 %	Eiweiß,	12,0—14 „	„
„ „ „ Olsa und Bobr	64 „	„	6,0—6,8 „	„
„ Daphnien „ Dorfteich	58 „	„	13 „	„
„ „ „ mageren Weihern	66 „	„	8,0 „	„
„ „ „ Olsa und Weichsel . . .	69 „	„	5,7 „	„

„Das Herbst- und Winterplankton des Meeres steht demnach etwa in der Mitte zwischen Fettweide und grünem Lupinenfutter. Die Peridineen ähneln in bezug auf Fett und Kohlehydrate Roggenstroh oder minder gutem Wiesenheu, in bezug auf den Eiweißgehalt dagegen dem Roggengrünfutter resp. gutem Wiesenheu. Die Rohfaser ist indessen nicht in so kompakter Form vorhanden als im Heu und Stroh, auch können die Meerestiere die Rohfaser besser und leichter ausnützen, als diejenigen des festen Landes das zu tun vermögen. Der Eiweißgehalt der aschefreien Diatomeensubstanz ähnelt dem von sehr

[1]) „Beitr. z. Kenntn. d. chem. Zus. d. Plankt.", Wiss. Meeresunt., Abt. Kiel, n. F., Bd. III, S. 51 ff.; die hier wiedergegebenen Daten sind um so wertvoller, als sie von Zählungen nach Hensens Methode begleitet sind, die bei allen anderen fehlen.

guten Futterwicken, Lupinen, Erbsenkörnern oder Fettweidepflanzen, der Fettgehalt ist dagegen höher, der an Kohlehydraten niedriger. Das untersuchte Sommerplankton bestand vorwiegend aus Tieren, hatte daher hohen Eiweißgehalt und wenig — aus der aufgenommenen Nahrung herstammende — Kohlehydrate, während der Fettgehalt innerhalb weitester Grenzen schwankte." (a. a. O., S. 90, s. a. Fisch.-Ztg. 1900, S. 825.)

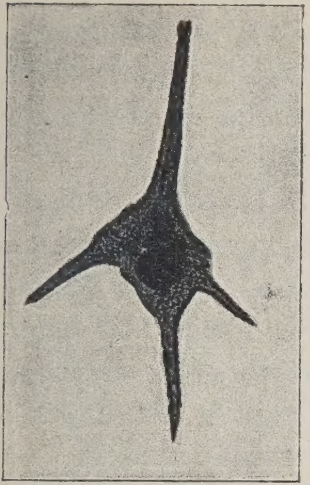


Fig. 103.
Ceratium hirudinella
nach C. Apstein.
(Ratzeburger See.)

Weit wichtiger als der relativ hohe Eiweiß- und Fettgehalt aller dieser Planktonten, auch des Süßwassers (s. d. Tabellen auf S. 269 bis 271 meiner „Karpfenzucht"), erscheint mir neben der von Brandt bereits genügend gewürdigten leichten Verdaulichkeit der Zellulose der hohe Gehalt einiger an organisch gebundener und der Glyzerin-Phosphorsäure, dem Lecithin, und, wenn nach den sorgfältigen Zählungen und Wägungen von C. Apstein neben einer Massenproduktion von Organismen im Frühling[1]) auch eine solche gewisser Gruppen in den Herbst fällt, so braucht man nur die betreffenden Daten von Miescher-Ruesch[2]) über den enormen Phosphorsäureverbrauch der reifenden Ovarien dagegen zu halten, um die Feinheit der Adaption zu ermessen.

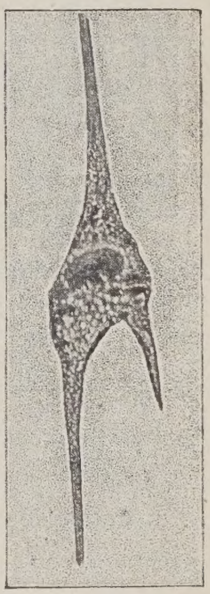


Fig. 104.
Ceratium hirudinella
nach C. Apstein.
(Ratzeburger See.)

Gehen wir an der Hand der Seite 169, 171 und 231 wiedergegebenen Befunde von Brandt und Raben weiter, sehen wir die Abhängigkeit der Erträge des Meeres von seinem

[1]) Über die Abhängigkeit des Laichgeschäftes der Fische von der Produktion an gewissen Planktonten s. Kofoid, Bull. of the Illin. State Laborat. of Nat. Hist. 1904, Fisch.-Ztg., VII, No. 26. Ähnliches habe ich übrigens viel früher schon nachgewiesen, Ztschr. f. Fisch. 1897, H. 5 u. 6, S. 195, Fußn. 31.

[2]) „Statist. u. biol. Beitr. z. Kenntn. d. Rheinlachses", Ichthyol. Mitt. a. d. Schweiz 1880.

Gehalt an Nitraten und Nitriten, der Wucherung der Diatomeen von der Menge der Kieselsäure u. a. m., und berücksichtigen wir endlich die relativ gleichmäßige Zusammensetzung der salzigen Flut (z. B. in der Nordsee, dem Atlantischen Ozean usw.), so finden wir, daß, ähnlich der Landwirtschaft, die Meeresbiologie tatsächlich bereits über Standardwerte verfügt, welche wir trotz der Versuche und Untersuchungen von Molisch, Loew, Loeb, Bokorny,[1]) Seligo, Knörrich, Halbfaß[2]) u. a. und der Analysen von Morawski, Cronheim und mir[3]) zurzeit eben noch keineswegs besitzen, in absehbarer Zeit auch kaum besitzen werden, wenn nicht in ganz anderer Weise als bisher die Chemie zu diesen Untersuchungen herangezogen wird.

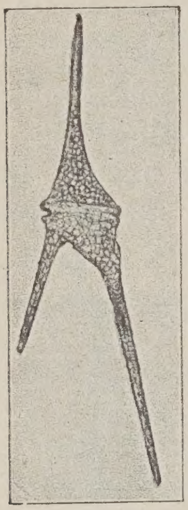


Fig. 105.
Ceratium hirudinella nach C. Apstein. (Ratzeburger See.)

Diese Ansicht beginnt jetzt mehr und mehr, wenigstens bei den Botanikern und Pflanzenphysiologen, durchzudringen. So stellt Lemmermann für die schwedischen Seen folgende Gruppen auf:

A. Gewässer mit reicher organischer Substanz und geringer Tiefe: Schizophyceen stark, Ceratium (Fig. 103—105) schwach entwickelt oder ganz fehlend.

B. Gewässer mit reicher mineralischer und armer organischer Substanz: Ceratium üppig, Schizophyceen (Fig. 50) schwach entwickelt oder fehlend.

C. Gewässer mit wechselndem Maximum von organischer oder mineralischer Substanz: einmal Schizophyceen, dann Ceratien vorwiegend.

D Gewässer mit geringem Gehalt an organischer und mineralischer Substanz: Schizophyceen und Ceratien wenig, dagegen Zooplankton stark entwickelt (? ? d. Verf.).

---

[1]) Molisch, Sitzb. kais. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-natw. Kl., III, Abt. I, 1904, O. Loew, Arch. f. Hyg. 1891, 12, S. 261, Bokorny, ebenda 1892, 14, S. 202, 1894, 20, S. 181, Chem. Ztg. 1894, 18, S. 21, Loew u. Bokorny, Journ. prakt. Chem. 1887, 36, S. 272, Klebs, Unt. a. d. Bot. Inst. Tübingen, I, S. 62. E. Weber, Ztschr. f. wissensch. Mikroskop. 1886, 3, Mutschler, Forschber. üb. Lebensm. 1896, 3, S. 399, Koenig u. Grosse-Bohle in „Verunr. d. Gew.“, 2. Aufl., Berlin 1899, I, S. 253, O. Zacharias, Zool. Anz., 15. Jan. 1899 u. a. m.

[2]) Knörrich, Ploener Berichte 1900, Bd. VIII, Seligo, „Unters. i. d. Stuhmer Seen“ 1900, W. Halbfaß, Petermanns Mitt., XIX, Fisch.-Ztg., II, S. 452, 803, 851, III, S. 132, 431 u. a. m.

[3]) A. Gasch, „Beiträg z. Teichw.“, Stettin 1896, S. 36, Cronheim u. Giesecke, „Teichfütterungsvers. in Hellendorf“, Fisch.-Ztg., VI, S. 305, 321, VII, S. 661, 677, 696, 711 ff., Bd. IX u. a. m., Knauthe, „Die Karpfenzucht“, Neudamm 1901.

An dieser Einteilung von Lemmermann haben Schorler u. Thallwitz, „Pflanzen- und Tierw. d. Moritzburg. Großt.“, S. 43, bereits genügend Kritik geübt. Sie sagen sehr richtig: „Eine Einteilung der Planktonformation der Süßwasserbecken in besondere Typen muß zunächst von den Planktonten selbst gänzlich absehen und sich nach der chemischen Zusammensetzung des Wassers, also nach den Ernährungsbedingungen der Wasserbewohner, richten; dann lassen sich folgende vier Typen aufstellen:

1. Gewässer mit weichem oder indifferentem Wasser, also mit geringem Gehalt an Mineralstoffen und an organischer Substanz.
2. Gewässer mit weichem Wasser, aber großen Mengen von gelösten, fäulnisfähigen, organischen Massen. Hierher gehören die meisten Dorfteiche mit ihrem Einfluß von Stalljauche usw.
3. Schwarz- oder Torfwässer mit weichem, kaffeebraunem Wasser, großem Gehalt an Humussäuren und daher saurer Reaktion.
4. Hartes Wasser mit reichem Gehalt an Mineralstoffen, besonders an Kalk und Magnesia und alkalischer Reaktion.

Nur so viel zeigen die bis jetzt vorliegenden, inzwischen von mir nach besten Kräften ergänzten Untersuchungen, wie durchaus notwendig es ist, die Fauna und Flora jedes einzelnen Gewässers oder wenigstens von bestimmten Gewässertypen (wie der Dinobrien- und Chroococcaceen-Seen) für sich zu analysieren, weil die Zusammensetzung derselben gemäß dem größeren oder geringeren Nährstoffgehalt des Wassers bzw. Untergrundes mindestens ebenso zu schwanken pflegt, als bei den Pflanzen und Tieren der Tierra ferma. Den Beweis für das Gesagte liefern außer den auf Seite 461 enthaltenen Daten die bereits wiederholt angezogenen Untersuchungen Cronheims über die Zusammensetzung des Planktons der Hellendorfer Teiche in 1904, deren wichtigste Ergebnisse die nachstehende, aus „Deutsche Landw. Presse“, Berlin 1906, No. 35 entnommene Kurve 4 (Fig. 106) wiedergibt.

Nun könnte mir mit Recht eingeworfen werden, daß in diesem Falle, analog der von Weißmann, Klunzinger u. a. gelehrten und in dem Gros unserer Gewässer aus Mangel an Nährmaterial auch wirklich eintretenden Periodizität, gegen Ausgang des Sommers andere, mithin anders zusammengesetzte Organismen den Hauptbestandteil des Hellendorfer Planktons gebildet haben können und werden; demgegenüber sei auf folgendes hingewiesen: Ein Kopepode aus der Ostsee und ein solcher aus dem Atlantischen Ozean werden aus naheliegenden Gründen eine sehr gleichmäßige Zusammensetzung aufweisen, wie ja auch der Fleisch- und Fettgehalt unserer Meeres-, Seen- und Flußfische bloß innerhalb

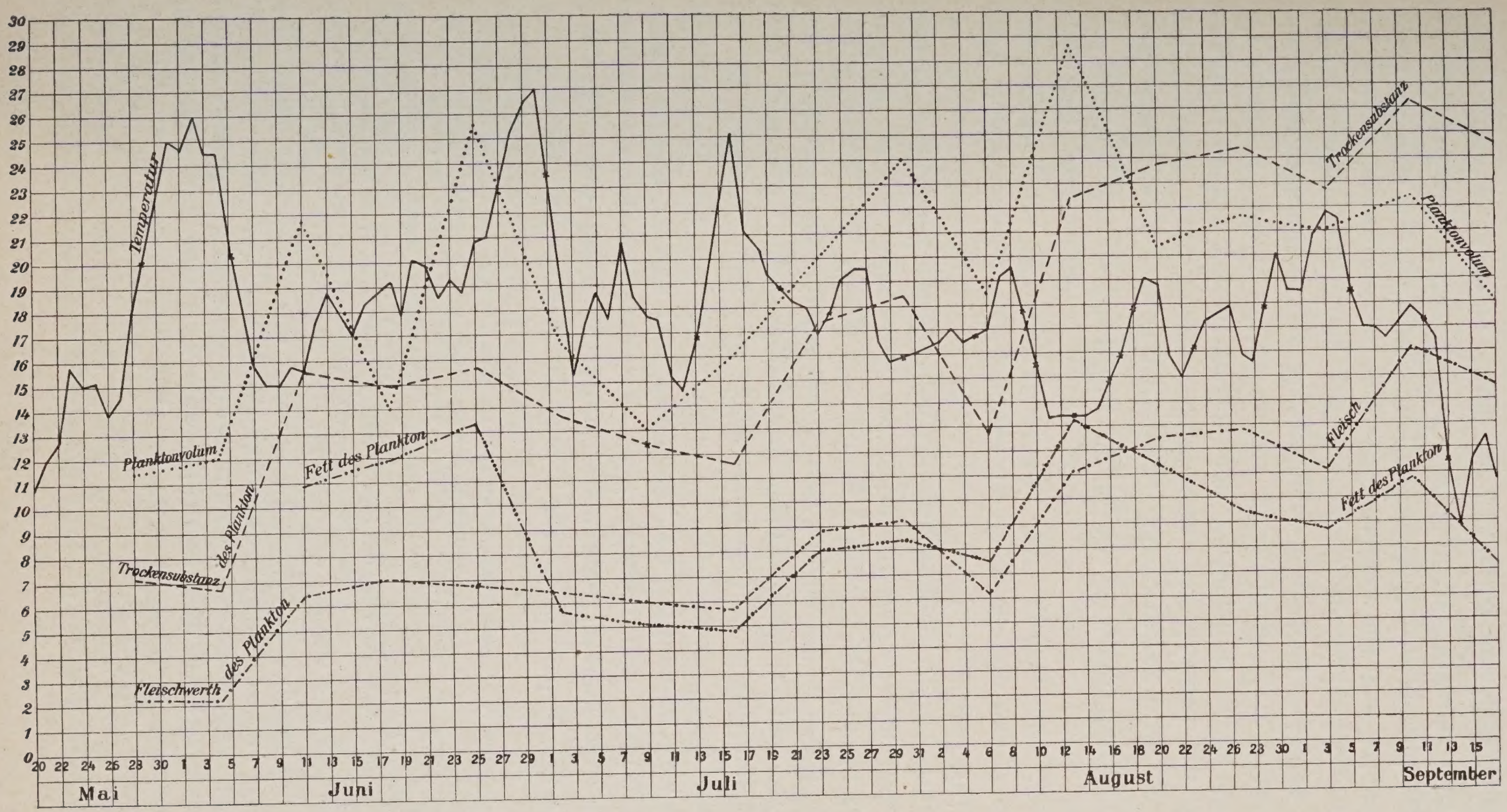


Fig. 106. Kurve 4.

Gehalt des Planktons der Hellendorfer Teiche an Trockensubstanz, Fleisch und Fett nach N. Zuntz.

gewisser enger Grenzen schwankt, mag die betreffende Spezies vom hohen Norden oder weit her von Süden bezogen sein. Einschneidende Unterschiede bedingt hier ausschließlich das Alter, insofern als jüngere, wüchsige Stücke, gleich den jungen Warmblütern, mehr Muskelfleisch, ältere dagegen wieder größere Quantitäten von Fett ansetzen. Überall dort jedoch, wo der Mensch, sei es mit der Düngung oder gar der direkten Fütterung mittels der leider nur zu häufig wenig rationell zusammengesetzten oder ganz einseitigen Substrate, eingreift, resp. die Kultur einseitige Bedingungen schafft, ändern sich die Verhältnisse denn doch ganz gewaltig, wenngleich der Einfluß des Alters auch hier fast immer noch durchspitzt. — Zum Beweise für das Gesagte gebe ich im nachfolgenden einige analytische Daten wieder, welche zugleich längere Auseinandersetzungen erübrigen:

	Rohproteïn	Fett
Junge Hechte aus der Elbe	20,2	0,4
„ „ „ „ Donau	19,6	0,4
„ „ „ den Reisfeldern Ungarns	17,2	2,8
„ „ „ Dorfteichen	16,4	2,9
Karpfen, ca. $1^1/_2$ kg schwer, aus norddeutschen Seen .	23,0	1,0
Donaukarpfen, ca. $1^1/_2$ kg schwer	22,4	1,2
Karpfen aus steirischen Seen, ca. $1^1/_2$ kg schwer . .	23,2	1,1
„ von Reisfeldern, ca. $1^1/_2$ kg schwer	19,2	4,4
„ aus Dorfteichen, „ „ „ „	19,6	5,8

Karpfen aus Naturteichen in Hellendorf, Prozente Fett (Lebendgewicht) nach Cronheim und Giesecke:

	Galizier	Peitzer	Zweisömmerige
I	7,98	11,75	7,06
III	6,12	3,14	4,15
V	3,41	3,08	4,04

Genau wie bei der Landwirtschaft, ist auch der Zweck der modernen Fischzucht der, aus einer gegebenen Fläche mit möglichst geringen Mitteln **Höchst**erträge herauszuziehen. Dieses Ziel erreichen wir im intensiven Betriebe durch Bodenpflege und -kultur, rationelle Düngungen u. a. m., dürfen indessen das eine Hauptmoment nicht vergessen, daß alle die Meliorationen auf die Schaffung einer für die Fische auch wirklich nutzbaren, bekömmlichen Nahrung abzielen müssen. — Was würde mir beispielsweise ein mit Unio oder Anodonta oder den verschiedensten Wasserschnecken förmlich abgepflasterter Grund

im Karpfenbrut- und Vorstreck-, ja selbst im Abwachsteiche nützen, wenn die gerade hier einzig notwendige Mikrofauna und -flora fehlen möchten? Welche Vorteile bringen ganze Wolken von Volvozineen trotz ihres beträchtlichen Nährstoffgehaltes überall dort, wo es an den nötigen Verarbeitern fehlt? — Hand in Hand mit diesen Analysen müssen also fortgesetzte Untersuchungen der von den Fischen aufgenommenen, wirklich verwerteten Organismen und weiterhin von deren Nährmaterial gehen. Sie müssen wir in Mengen zu produzieren,[1]) das minderwertige oder wertlose Zeug aber mit allen Mitteln zu vernichten suchen. Genau wie beim Vieh, gipfelt beim Fisch die Kunst des Produzenten ebensosehr in der Erzeugung eines guten Futterverwerters, wie in der Zufuhr der besten, bekömmlichsten Nahrung.

Gerade darauf basiert der Vorteil des Züchters mongolischen Stammes, und dieses Verfahren müssen wir ihm abzulauschen suchen, wenn anders unsere Teichwirtschaft den Höhepunkt erreichen soll. Wir treiben noch vollkommene Nomadenwirtschaft, d. h. verschwenden die Flächen in einer geradezu haarsträubenden Weise; der Chinese ist dagegen längst bei der intensivsten Gartenkultur angelangt, er nützt jeden Quadratdezimeter doppelt und dreifach aus und hat infolge davon für Unkraut und unnütze Fresser, egal welcher Art, keinen Raum und, vor allem, kein Futter übrig. Freilich werden wir alsdann auch mehr und mehr auf den Karpfen Verzicht leisten und uns nach dem Vorgange der gelben Kollegen wüchsigeren und vor allen Dingen weniger anfälligen Fischen

---

[1]) Während unsere Süßwasserbiologen, mit Ausnahme von Istvánffi, Náwratil, Šusta, Weeger, Frič, Vavrá, Strodtmann, Walter, Schiemenz u. a., sich im großen ganzen herzlich wenig um die Naturnahrung der Fische gekümmert haben, sind uns die Amerikaner in dieser Beziehung weit über. Ich erinnere an die planmäßigen Untersuchungen von S. A. Forbes: „The Food of Fishes“ in Bull. Jll. State Labor., Nat. Hist., Vol. 1, No. 3, „Studies of the food of fresh water fishes“, ebenda, Vol. II, pag. 433 bis 474 u. a. m., die Dröscher zuerst den deutschen Süßwasserbiologen mitgeteilt, und auf deren Wert er wiederholt hingewiesen hat. Zirk. D. F.-V. 1890, S. 148 ff., Landw. Ann. Meckl. patr. Ver. 1892, No. 19—22. — Derartige Untersuchungen müssen aber nicht nur zoologisch-botanisch, sondern, wie ich das zuerst unter Leitung von B. Frank und Heinsen tat, **mikrochemisch** durchgeführt werden, wenn anders sie für die Praxis Wert haben sollen.

zuwenden müssen. Schon der von Hoffbauer betonte „Zwergwuchs“ des Karpfens unter beschränkten räumlichen Verhältnissen zeigt seine geringe Disposition für eine wirkliche Domestikation.[1])

Sehr notwendig wäre es meines Erachtens, endlich einmal durch systematische Versuche darzutun, wie sich die Wirkung eines und desselben Substrates verhält, je nachdem es als **Dünge-** oder als **direktes Futtermittel** verwendet wird. Nach Maßgabe der von Brandt nachgewiesenen hohen Ausnützungsfähigkeit für alle gelösten Stoffe seitens der Planktonten, und in Anbetracht des Umstandes, daß der pflanzliche Teil derselben uns Kohlehydrate, Fette, vielleicht auch eine Portion stickstoffhaltiger Substanzen umsonst und in einer ungleich bekömmlicheren Form liefert, als das bei der Mehrzahl der Surrogate der Fall ist, muß die Düngung entschieden die lukrativere Form sein. — Hier also hat der Zuntzsche Ausspruch: „Die organische Substanz muß der Teich selbst produzieren“, volle Gültigkeit.

Seit den planmäßigen Versuchen von J. Šusta ist die Qualität der Surrogate wohl vereinzelt in den Kreis der Betrachtungen gezogen worden, so von wissenschaftlicher Seite durch Pancritius,[2]) Klien[3]) und Frenzel;[4]) ein näheres Eingehen auf diese Fragen haben aber erst die von mir angeregten und unter Leitung von N. Zuntz auch durchgeführten Futterausnützungs- und Stoffwechselversuche gebracht, zumal sie ja gerade auf den Bedarf der Tiere einer-, das richtige Nährstoffverhältnis, die richtige Zubereitung und penible Auswahl der am leichtesten verdaulichen Substrate andererseits abzielten.[5]) Daß dieselben kein abgeschlossenes Ganzes bilden konnten und weit

[1]) „Üb. d. Einfl. d. Wasservol. a. d. Wachst. d. Fische“, Jahrb. teichw. Versuchsst. Trachenberg 1900/1901, S. 67, Allg. Fisch.-Ztg. 1902, No. 6 u. 7, Klunzinger, Jahrb. d. Ver. f. vat. Naturk., Württemberg, Bd. 56, S. 519—532, R. Linke, Jahrb. Sächs. Fisch.-Ver. 1895, Dresden 1896, No. 21, S. 40, Nicklas, D. F.-Z. 1882, 40, S. 320, v. Debschitz, ebenda 1897, S. 157 u. a. m.

[2]) Mitt. d. Fisch.-Ver. Ostpr. 1885, No. 2, S. 18, 1889, No. 4, S. 33 ff.

[3]) Königsb. land- u. forstw. Ztg. 1886, No. 24.

[4]) Allg. Fisch.-Ztg. 1895, S. 271, Mitt. westpr. Fisch.-Ver. 1895, S. 90, Overbeck, D. F.-Z. 1882, S. 346 u. 372/373, Ollermann, ebenda 1888, S. 229.

[5]) „Die Karpfenzucht“, Neudamm 1901, S. 245—307.

mehr Lücken und Hypothesen als wirkliche Fakta darstellen, liegt in der Natur der Sache begründet. — Diese meine Anregungen sind gleich so vielem anderen verhallt, und namentlich scheint über die sehr wichtige Frage der Bekömmlichkeit — nicht nur der Substrate, sondern auch der einzelnen Komponenten der Naturnahrung — längst Gras gewachsen zu sein.

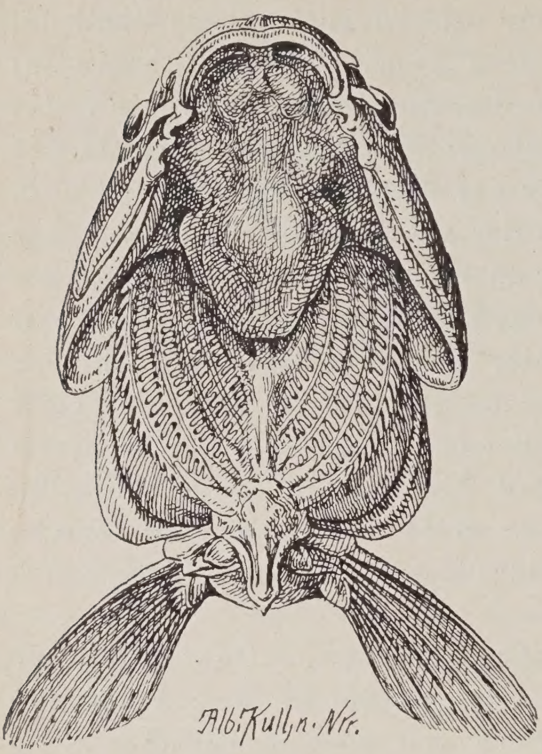


Fig. 107.
Seihapparat des Karpfens.
Nach Walter.

Wir müssen dabei eben sehr wohl berücksichtigen, daß unsere hauptsächlichsten Nutzobjekte, die Weißfische (Cyprinidae), mitsamt den Schmerlen (Cobitidinae) zwar einen vorzüglichen Seih- (J. Šusta) [Fig. 107], aber keinen eigentlichen Kauapparat besitzen, denn dem mit mehr oder minder feinfühligen Geschmacksnerven ausgerüsteten Maule[1]) fehlen nicht nur — wie gemeinhin in dieser Klasse — die für die Höheren so wichtigen, bei Mollusken, Krustazeen, Würmern usw. ebenfalls nachgewiesenen Speicheldrüsen mit ihrem diastatisch wirkenden, schleimigen Sekret (Ptyalin)[2]), sondern auch die Zähne durchaus. Die letzteren sitzen in mannigfacher Form und (bei einigen) sehr variabler Anordnung[3]) als dentes faucinales vielmehr erst am resp. im Schlunde (Fig. 108). Obwohl sie gegen eine Knochenplatte reiben,[4]) „dienen

Fig. 108.
Schlundzähne des Karpfens.
Nach Walter.

[1]) Herrick, „The organ and sense of taste in fishes“, Bull. U. S. Fish. Comm. 1902, Ref. v. Plehn, All. Fisch.-Ztg., XXX, 9.

[2]) J. Reynolds Green, „D. Enzyme“, dtsch. v. Windisch, Berlin 1901, S. 37 ff., K. Oppenheimer, „D. Ferm. u. ihre Wirk.“, Leipzig 1903, S. 225 ff.

[3]) F. Heincke, „Üb. Variab. u. Bastardb. b. Cypriniden“ (Festschr. f. R. Leuckart), Leipzig 1891.

[4]) V. Fatio, „Faune des Vertébrès de la Suisse“, Poissons, Ière part, Genève et Bâle 1885.

sie doch weit eher zu einem einfachen Festhalten und groben Zerquetschen, als zu einem wirklichen Vermahlen der Beute" (Pancritius, a. a. O.).

Auf Grund seiner Analysen des Darminhaltes junger und erwachsener Individuen teilt Arnold (Verh. V. Int. Zool.-Kongr., Berlin 1901) die Fische in folgende drei Gruppen ein:

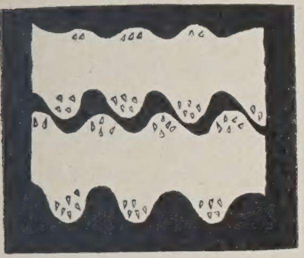


Fig. 109.
Siebfortsätze des Kaulbarsches.
Nach E. Zander.

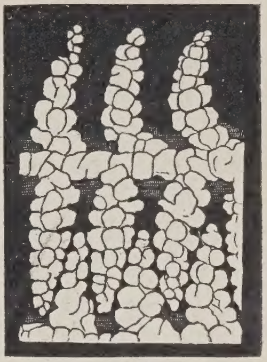


Fig. 110.
Siebfortsätze des Karpfens.
Nach E. Zander.

α) Die konstanten Planktonkonsumenten: Osmerus, Coregonus, Alburnus. (Doch sollen nach Marsson die Maränen sich stellenweise mit Vorliebe von Erbsenmuscheln ernähren.)

β) Die temporären Planktonkonsumenten, welche nur in der Jugend Auftrieb fressen, später aber zur Ernährung durch Ufer- und Bodenfauna (Insektenlarven, Würmer, Krebse, Schnecken, Muscheln u. a. m.) übergehen: Blei, Aland, Barsch, Plötze. Hierher, nicht in Gruppe γ, gehört nach Frič u. Vavrá, Walter u. a. auch der Karpfen.

γ) Die Fische der Uferregion, die in ihrem Leben wenig oder gar nicht vom Plankton abhängen und sich vom jüngsten Alter an ausschließlich mit Ufer- und Bodenorganismen begnügen: Kaulbarsch, Steinbeißer, Mühlkoppe, Karpfen, Schleie (s. a. P. Schiemenz, ebenda).

Anschließend an diese biologische Klassifikation behauptet E. Zander an der Hand der Untersuchungen des Kiemenapparates folgendes (Ztschr. f. wiss. Zool., Bd. 75, H. 2, Allg. Fisch.-Ztg. 1903, No. 19):

Fig. 111.
Siebfortsätze der Maräne.
Nach E. Zander.

1. Bei allen typischen Räubern (Hecht, Zander, Barsch, Kaulbarsch, Quappe) sind die Siebfortsätze gar nicht oder bloß schwach entwickelt (Fig. 109), während Mund- und Rachenhöhle von spitzen Zähnen zum Ergreifen der Beute starren. — Aus diesem Faktum resultiert das von Rauch, Schillinger, Klunzinger u. a. betonte schlechtere Wachstum der zu Planktonkonsumenten gewordenen Saiblinge und Bierschlinge (Perca) ohne weiteres. Um das nämliche Quantum Nahrung, welches früher ein einziger Fisch als ein Bissen lieferte, zu erlangen, müssen die Tiere jetzt eine erhebliche Arbeit leisten, die in Anbetracht des allzu durchlässigen, ungenügenden Filtrierapparates ihrerseits wieder einen wesentlichen Energieverbrauch bedingt (s. indes Kap. IV).

2. Die Siebfortsätze der Weidetiere der Schar (Cypriniden) sind an beiden Kanten der Kiemen gleich stark entwickelt und so angeordnet, daß zwischen ihnen ein unregelmäßiges Poren- und Lückensystem freibleibt (Fig. 110).

3. Bei pelagischen Fischen (Stint, Renken, Maränen) stehen ausschließlich an der vorderen Kante längere Siebfortsätze, so daß die Kiemenspalten durch ein Gitterwerk gesperrt werden (Fig. 111. Vergl. a. d. schön. Abb. v. Nüßlin, Allg. Fisch.-Ztg., XXVI, 13, S. 279, Fig. 2 u. 3).

Wichtige Aufschlüsse über die Ernährungsweise dürfte bei Gruppe 2 (Cyprinidae) die Art und Stellung des Maules geben. Die viel im Schlamme wühlenden Karpfen (Schleien), Barben, Gründlinge, Nasen, auch gewisse Bleiarten (z. B. Abr. vimba) haben — neben Bartfäden — eine rüsselförmige Schnauze, die, gleichwie beim Schwein, unter Einfluß fetter Weide kürzer, bei magerer Kost hingegen länger wird.[1]) — Bei zahlreichen anderen, besonders den vielfach ausschließlich auf die Luft- oder Zufallsnahrung[2]) angewiesenen Lauben (Alburnus, Leucaspius), dem Sichling (Pelecus) u. a. ist der Mund ausgesprochen endständig. Je schmäler die Kost im Wasser, je mehr also die an- und auffliegende einspringen muß, desto steiler wird der Anstieg der Mundspalte, schließlich greift der Unter- sogar über den Oberkiefer hinweg (Car. vulgaris var. humilis,[3]) oblongus, Abr. vetula, ballerus, sapa, Blicca, Scard. scardafa, Bon., plotizza, makrophthalmus, Squ. mikrolepis Heck u. a. m.).

Mehr zum Zerquetschen (Zerschneiden) der Beute eingerichtete, kompakte Schlundzähne besitzen: der Karpfen (molares), die Schleie (clavati), Barbe (cochleariformes), Nase, Bitterling (cultriformes), Blei Plötze (contusorii) und Karausche (scalpriformes). Die anderen, wie die räuberischen Arten (Aspius, Squalius), die Lauben, Pfrillen, Gründlinge, führen dagegen Fang- (raptatorii) oder Greifzähne (prehensiles). Wie schon Heckel und Kner angaben (a. a. O., S. 32), steht die Form bzw. Inkrustation der Schlundzähne und die Länge des Verdauungsschlauches im Einklange mit der Art der Ernährung, „indem flache oder teilweise ausgehöhlte Zahnkronen zusammen mit einem längeren Darme auf Pflanzennahrung hindeuten“ (Bitterling).

Bau der Kiemendeckel und deren Einfluß auf die Lebenszähigkeit außer Wasser bzw. beim Eintrocknen der Gewässer.[4])

Die im Gegensatz zu den Höheren höchst unzulänglich vorbereitete Nahrung kommt also direkt in den leicht reiz- und verletzbaren Darmtraktus, dessen geringe Länge überraschen muß, und der zudem in weit höherem Maße als derjenige des Menschen (Europäer — Chinesen, Japaner) und diverser domestizierter Tiere (Schwein: englische — Landrassen — Wildlinge) das Bestreben, kürzer zu werden, zeigt.[5])

---

[1]) Knauthe, „Entwickelungsformen von Gobio fluviatilis“, Zool. Anz. 1893.

[2]) C. Fickert, Ztschr. f. Fisch. 1897, 5 u. 6, S. 205, D. Fisch.-Ztg. 1897, S. 93.

[3]) K. Th. E. v. Siebold, „D. Süßwasserf. v. Mitteleuropa“, Leipzig 1863, S. 102—103 u. a., J. Heckel u. R. Kner, „D. Süßwasserf. d. österr. Mon.“, ebenda 1858, S. 67 ff.

[4]) Siebold a. a. O., S. 103 u. a.

[5]) „Das Tierreich“, Haussch. d. Wiss., Abt. VI, Neudamm 1897.

Verhältnis von Körper- zur Darmlänge bei:

Warmblütern:		Amphibien und Reptilien:		Fischen:	
Katze . . .	1:3			Hecht, Blei, Roddow, Schlei, Döbel, Plötze, Forelle	1:1
Mensch . . .	1:6	Frosch . . .	1:2/3	Karausche, Karpfen . . .	2:2,5/4,5
Pferd[1]) . . .	1:7—10	Eidechsen . .	1:1,0	Bitterling	2:5/5,5
Schwein . .	1:12—15	Blindschleiche	1:0,8	Zander, Barsch, Aal . . .	3:2
Rind	1:14—18	Ottern	1:0,9	Ziege, Zope	6:5
Schaf	1:24—30	Schildkröten .	1:2,0[2])	Wels, Rapfen	11:8—9[3])
Ziege	1:26—32				

Systematische Darmmessungen nicht bloß an verschiedenen Varietäten und Rassen, sondern auch an einem und demselben Stamme bei abweichender Fütterung, ferner, im Anschluß an die einschlägigen Beobachtungen von Hofer und besonders Hein, Untersuchungen über die relative Größe von Galle, Leber, Magen usw. bei verschiedenartig und verschieden stark gefütterten Individuen erwünscht. — Darmatmung bei den Schmerlen.[4])

Die Drüsen der Wildlinge sezernieren kräftiger wirkende Enzyme als die der domestizierten, künstlich gefütterten Artgenossen; bei den Cypriniden wird zudem ein Teil des Alkalis durch die sich häufig in den Substraten (unter bakterieller Einwirkung) bildenden Butter-, Fett-, Ölsäuren usw. abgestumpft, während bei den Wildlingen die meist tryptischen Enzyme der Naturnahrung (s. Oppenheimer) die Verdauung vielmehr fördern.

Versuche intra et extra corpus zeigen, daß der animalische Teil der natürlichen Kost, egal, ob er der Luft oder dem Grunde bzw. dem Ufer oder endlich dem Auftrieb entstammt, frisch und grob zerquetscht, nicht bloß äußerst leicht verdaulich ist, sondern auch so gut wie keine Verdauungsarbeit erfordert. Seine hervorragende Bekömmlichkeit dokumentieren die Beobachtungen der Afrikareisenden (Heuschrecken [Rohlfs], Mücken- und Krustazeenkuchen am Zambesi, Kongo, den großen Seen [Mohr, Livingstone, Stanley]), sowie die Untersuchungen des Fürsten von Monako (Meeresplankton). — Das Verhalten der Algen ist nach meinen Beobachtungen im großen ganzen ein ähnliches (s. a. Frič). — Die Samen werden vorzugsweise dann aufgenommen, wenn sie im Wasser gequollen (gekeimt) sind. Solche gekeimte Samen gelten aber gleich den jungen Pflanzentrieben ihres Reichtumes an Enzymen wegen (J. Reynolds Green a. a. O., S. 103, 207, 248) als vorzügliches Beifutter selbst für die zart organisierten Weichtierfresser unter den Vögeln (A. E. Brehm, K. Russ u. a.).

---

1) Eisbein, „D. Mäst. d. landw. Haust.“, Bautzen 1900, S. 9.

2) „Das Tierreich“, Bd. II, S. 48.

3) Pancritius, Mitt. Fisch.-Ver. f. d. Prov. Ostpr. 1885, S. 18, 1889, S. 33/34.

4) Bischoff, Schweiggers n. Journ. f. Chem. u. Phys., Bd. 22, S. 78, Erman, Ann. d. Phys., Bd. 30 (1808), S. 140, Baumert, „Chem. Unt. üb. d. Resp. d. Schlammpeitzgers“, Heidelberg 1852.

Die Natur zeigt uns also, daß wir die Worte: **Leichte Verdaulichkeit, geringe Verdauungsarbeit** und **Bekömmlichkeit** dick unterstreichen müssen und . . . natura non facit saltum.

Wir reden so gerne und viel vom „Instinkt“, d. h. der durch fortgesetzte Vererbung erworbenen und schließlich rassig fixierten Erfahrung, welche die Tiere unter allen Umständen aus der ihnen gebotenen Hülle und Fülle das Beste und Bekömmlichste herausfinden lassen soll. Das mag für die wilden Kreaturen dort wohl zutreffen, wo die Kultur mit ihren mannigfachen Segnungen ihre Pfade nicht kreuzt. Für die zahmen und halb gezähmten stimmt das jedoch durchaus nicht, und wenn wir im E. R. v. Dombrowski a. a. O., S. 127 lesen, wie leicht selbst die Karpathenhirsche in dem Wildpark und Tiergarten sich zuschanden äsen, wie sie, infolge der oft verkehrten Winterfütterung fett und faul geworden, gar nicht an die nötige Bewegung und die Suche nach der bekömmlichen Naturnahrung denken, und wie drohend über derartigen Anlagen die Degeneration schwebt, so stimmt das wieder ganz vorzüglich zu meinen fischereilichen Erfahrungen. — Wie es ein Nonsens wäre, das zum Stalltiere gewordene bequeme und verweichlichte Schwein englischer Rasse gleich seinem polnischen Vetter in Schnee und Eis zur Grashutung auf die Weide zu jagen, tragen die Aussetzungen von mit Surrogaten aufgepäppelter Brut und stark „künstlich“ gefütterten Jährlingen schon den Keim des Mißerfolges in sich. Heißt es doch in der Teichwirtschaft mit Recht: „Vermeide unter allen Umständen das mit Prätension groß gezogene Material für magere Flächen“.[1] Der Bauernkarpfen mit seinem relativ längeren Darm und kräftiger sezernierenden Drüsen wuchs gleich dem polnischen Schweine sogar bei reiner Algenweide im Laufe der Jahre immer noch zu einigen Pfunden Schwere heran, der Galizier oder Böhme

---

[1] s. hierüber aus neuester Zeit die interessante Kontroverse zwischen Brühl und F. Fischer, Verh. V. Int. Fisch.-Kongr., Wien 1905, S. 175 und 177. — So sehr unsere gewiegtesten Praktiker: Hübner, Mahnkopf, Kraatz, E. Walter, Giesecke, Dröscher im großen ganzen entgegen Müller-Tschischdorf u. a. für die Verwendung großer Setzlinge bei der Wiederbevölkerung der Gewässer plädieren, so energisch remonstrieren sie aus naheliegenden Gründen gegen das mit allen Prätensionen groß gezogene Material (s. Burda in Frhr. W. v. Gaertner, „Meine Reise nach Galizien“, 2. Aufl., Falkenberg O.-S. 1896, S. 3, Wernecke, Fisch.-Ztg., VII, 47 u. a. m.).

verlangt dagegen eine qualitativ ganz andere Kost; am Tische des Rusticus würde er sogar elend verhungern, denn bekanntlich werden Fresser nicht geboren, sondern erzogen!

Und gleich noch eins, zumal es den Übergang zum folgenden bildet: Bei unseren Untersuchungen der natürlichen Nahrung der Karpfen fanden Walter und ich gegen Ausgang des Sommers, also zu der Zeit, wo der Fisch für die folgende Periode der Lethargie schon Fett ablagern muß, eine sehr regelmäßige Aufnahme von Pflanzensamen. Da meine Stoffwechselversuche die Möglichkeit einer Fettbildung aus Kohlehydraten auch für den Fisch ergaben, sprach ich diese Tatsache als eine instinktive an. Fortgesetzte Beobachtungen — besonders in guten und besten Teichen — haben mich aber darüber belehrt, daß die Aufnahme dieser Samen nur ein Notbehelf, von dem Verlangen, den bellenden Magen zu füllen, diktiert war, und das um so eher, als die Versuche von Rosenfeld-Breslau zeigen, daß der Organismus stets den Fettansatz vor der Fettbildung bevorzugt. Mitsprechen wird in solchen Fällen zwar auch das Verlangen nach „Abwechselung“,[1]) welches bekanntlich den gut gefütterten Hund oder den im Überfluß schwelgenden Fuchs zum Abstreifen der reifen Roggenähren bzw. Wein- oder Vogelbeeren verleitet, überhaupt oft sonderbare Gelüste auslöst.[2]) Doch kann das immer bloß für vereinzelte Individuen bzw. in größerem Maßstabe nur dort in Betracht kommen, wo der Instinkt der Tiere grobe Unterlassungssünden des Züchters wett machen muß. — Jedenfalls ist die Frage nach der Naturnahrung der Fische eine weit kompliziertere, als man sich gemeinhin träumen läßt. Das Beispiel der Döbel und Plötzen mahnt denn doch zur Vorsicht in den Schlußfolgerungen.

So erzählt mir Mahnkopf, daß die Aale zeitweise — oft wochen-, mitunter bloß wenige Tage lang — dick voll Chironomus- etc. Larven oder Würmern u. a. m. sitzen, plötzlich und ohne ersichtlichen Grund aber zu ganz bestimmten Fischarten: Stint, Steinbeißer, Schmerlen u. a. m., und mit Vorliebe Stichlingen, übergehen. In gleicher Weise wechselt die Nahrung der Bleie, Plötzen, Roddows fortwährend, alle Stufen von der rein pflanzlichen bis zur ausgesprochen tierischen

[1]) N. Zuntz, Mitt. d. Fisch.-Ver. f. d. Prov. Brandenburg 1906, No. 3/4, S. 56; dagegen Ztschr. f. Fisch. 1897, 5. u. 6, S. 212.

[2]) Hierher gehört zweifelsohne die Vorliebe der Döbel für Kirschen, Pflaumen, Maul-, Mehlbeeren, anderer für Honig usw.

durchlaufend. Im Bobr und der Olsa erzielte ein Angler bald nur mit Semmel, dann mit Käse, bald wieder mit Raupen, Regenwürmern oder Engerlingen ausschließlich Resultate. Auf Grund dieser Beobachtungen meint Mahnkopf mit Giesecke und Zuntz, daß ein öfterer Futterwechsel oder eine Verabreichung recht verschiedenartiger Kost ad libitum, unter Vermeidung krasser Geschmacksdifferenzen, die besten Resultate zeitigen wird.

Dabei sei aber ausdrücklich bemerkt, daß analog den früheren, jetzt durch die Hellendorfer Versuche vollkommen bestätigten Befunden von Walter und mir gegen den Herbst hin ein ganz bedeutender Fettansatz bei einigen Weißfischen statthat, zu dessen Bestreitung die Fettbildung aus Kohlehydraten, vielleicht sogar Eiweiß, überall dort einspringt,[1]) wo der Fettgehalt der Nahrung zur Deckung des Bedarfs nicht hinreicht. Diese Erfahrungen sollten uns davor schützen, im Herbst mit der Verteilung stickstoffhaltiger Materialien zu flott vorzugehen. Die Düngungen sollen Ende Juli auslaufen, und es sollen dann kohlehydrat- und vor allem fettreiche Materialien verwendet werden. So verfährt Morcinek schon seit langem. Im Sommer gibt er einen Kompost aus Blut, Scheideschlamm und bester Gartenerde. Je mehr die Saison auf die Neige geht, desto mehr wird das Nährstoffverhältnis dieses Kompostes durch geeignete Zufütterung erweitert, und schließlich gelangt ein Wiener Kadaver- mit 24 % Fett ($^1/_3$) neben $^2/_3$ Roggenmehl zweiter Sorte zur ausschließlichen Verwendung. Die Hälterverluste in normalen Wintern betragen dabei 2 bis 4 % an Gewicht gegen 6 bis **12** anderwärts!

Das Gesagte gilt nach E. Mahnkopf indessen ausschließlich vom Karpfen und der Schleie, und zwar ebensowohl für den Teich wie bezüglich der Flüsse und Seen. Bekanntlich lagern sich beim Absinken der Temperatur unter ein gewisses Niveau beide gleich dem Aal an irgend einer tiefen, ruhigen Stelle fest ein. Werden sie von da, sei es durch die Geräte der Fischer, sei es durch schädliche Gase, Grundeis, Strömungen, vor allem Schmelzwasser u. a. m., verjagt, so schwimmen sie unruhig herum und verbrennen sie bei fehlender Naturnahrung zunächst ihr (Glykogen) Fett, nach Verbrauch des letzteren aber ihr Muskelfleisch. Daß sie in einem solchen Falle ganz gehörig abmagern müssen ($>$**20** gegen 5 bis 6 % in normalen Jahren), liegt auf der Hand. — Im Gegensatz zu ihnen sollen, ebenso wie die Salmoniden (Linke, Arens), Hecht, Zander, Barsch, Quappe

[1]) D. Fisch.-Ztg. 1897, S. 94, Walter, Jahresber. teichw. Vers.-Stat. Trachenberg 1897, Ztschr. f. Fisch. 1898, I, S. 44 ff., N. Zuntz a. a. O.

(Hübner), unsere heimischen Weißfische den ganzen Winter über mobil sein und fressen. Selbst im Januar, Februar ist der Darm der Bleie, Plötzen, Roddows, Barben usw. mit Tieren, grünen Pflanzenteilen, Mulm bzw. Fischen (Döbel, Rapfen) prall gefüllt, deren Verdauung zwar wesentlich langsamer vonstatten geht, als in der wärmeren Jahreszeit,[1] zur Deckung des gleichfalls stark herabgeminderten „Energieumsatzes" indessen vollkommen ausreicht. Aus dem Gesagten folgt, daß — abweichend vom Karpfen und der Schleie — alle anderen Cypriniden im Herbste Fett weder aufzustapeln brauchen, noch auch anzusetzen pflegen (Pendants bei den Höheren die Sippe der Nager [Myoxidae, Circetinae, Sciuridae], Fledermäuse, Igel, Dachs, Bär u. a. m.).[2]

In diesem, wie gesagt, auf gefütterte wie auf natürlich ernährte Individuen sich erstreckenden Bestreben, Fett zu speichern, basiert m. E., zu einem Teile wenigstens, die geringe Widerstandsfähigkeit von Cyprinus und Tinca gegen Krankheiten vornehmlich dort, wo der Züchter mit einseitig zusammengesetztem Futter nicht Maß zu halten weiß (s. d. treff. Ausf. v. Arens u. Hofer, Allg. Fisch.-Ztg., XXVIII, 15), und beschränkte Bewegungsfreiheit (Dubisch-System) sowie ein Mangel an gewissen Mineralstoffen noch hinzukommen. Da derartige Dispositionen erfahrungsgemäß leicht vererbt zu werden pflegen, wird dieser Zustand von Jahr zu Jahr sich steigern und schließlich dann zum Verfall führen, wenn sich ihm infolge mangelhafter Ventilation der Wassersäule bei gleichzeitigem Eintritt von Fäulnisprozessen eine fettige Degeneration des Muskelfleisches zugesellt. Das ist aus den Seite 125 ff. entwickelten Gründen in unseren Hältern und Winterungen nur allzu häufig der Fall.[3] — Die Hungerperioden der japanischen und der alljährliche Bezug frischen Besatzmaterials aus Strömen seitens der chinesischen Fischzüchter sind sehr beachtenswerte Einrichtungen, auf welche unsere Salmonidenzüchter, der Not gehorchend, teilweise schon zurückgegriffen haben.

Während in der künstlichen Fischzucht,[4] wie beim „wilden"

---

[1]) C. Arens in E. Walter, „D. Fischerei a. Nebenbetr. d. Land- u. Forstm.", Neudamm 1903, S. 504.

[2]) „D. Tierreich", Haussch. d. Wiss., Neudamm, II, S. 1068, 1120, A. u. K Müller, „D. Tiere d. Heimat" u. a. m.

[3]) Walter a. a. O., S. 670 ff., Giesecke, „A. d. teichw. Praxis", Hannov. 1905, S. 94 ff., u. a. m.

[4]) Hierzu schreibt mir R. Linke freundlichst: „Bei mit Brut besetzten Salmonidengewässern (hier, d. h. bei Tharandt, kommt nur fario in Frage) ist das Verhältnis von ♂ zu ♀ = 1:1, dabei sind ca. 20 % utriusque generis steril (das sagt auch Giesecke). Die wenigen, sich noch selbst überlassenen Gewässer haben ca. 65 % ♂ und 35 ♀ (dabei 30 % beider Geschlechter steril). In Salmonidenteichen haben wir hier ebenfalls durchschnittlich 1:1; bei Karpfen

Lachse,[1]) über das Prävalieren der Milchner geklagt wird, kommen in freien Gewässern bei Hecht, Zander, Barsch, Stint, Maränen, Cypriniden usw. nach Mahnkopf weit mehr Rogener als ♂♂ vor. Dieser Umstand kann insofern zur Degeneration seinen Teil mit beitragen helfen, als die von jüngeren Individuen produzierten bzw. befruchteten Eier stets eine minderwertige Nachkommenschaft liefern, das Faktum für sich aber auch wesentlich zur Bastardbildung beisteuern muß. — Männchen bei den Fischen meist kleiner als die Weibchen. Bei den Cypriniden, Salmoniden usw. ist, wenigstens zur Laichzeit, die Geschlechtsöffnung des ♀ daran zu erkennen, daß sie in einer kegelförmig hervorstehenden, abgerundeten und geröteten Erhebung endigt (Urogenitalpapillen bei Leucaspius u. a. [v. Siebold], Legeröhre des Bitterlings), während diejenige des ♂ ohne eine derartige Erhebung in einen glatten, engen und weißen Spalt hinter dem After ausläuft. Bei Tinca, ♂, der erste Strahl der Ventrale auffallend verdickt und gebogen. — Die Milchner zur Laichzeit durchweg lebhafter gefärbt als die Rogner (irisierende Plättchen usw.), beim Lachs und anderen Salmoniden Haken- und Schwarten-, bei Cypriniden und Cobitidinae Körnchenbildung auf Kopf, Schuppen und Flossen (F. Leydig) usw.

Seitdem Kintze[2]) in Deutschland, die Gebrüder Heß in Österreich die Aufmerksamkeit der Züchter auf die sehr eiweißreiche, gelbe Lupine gelenkt haben, hat dieselbe von Jahr zu Jahr an Ansehen und Beliebtheit gewonnen, und heutzutage ist ihre Anwendung eine derartig allgemeine, daß man sie unbedenklich das „Universalfuttermittel“ für den Karpfen nennt. — Verdient sie diese Bevorzugung aber wirklich? Wenn wir die Entstehung und Verbreitung der meisten, zurzeit unter den Karpfen grassierenden Seuchen verfolgen, so stoßen wir immer und immer wieder auf jene Wirtschaften als die Hauptmissetäter zurück, in welchen die Lupine — besonders in gekochtem oder gedämpftem Zustande — nicht zur Beifütterung neben der natürlichen Nahrung, sondern als ausschließliches Mastmittel in ärmlichen oder stark übersetzten

---

fand ich durchschnittlich 55 % ♀ und 45 % ♂.“ — Nitsche, Ztschr. f. Fisch., I, 2, gibt an, daß unter den von 1888/1892 im Kgr. Sachsen gefangenen Lachsen 532 ♂ und 369 ♀ waren.

[1]) Der Liebenswürdigkeit von Giesecke verdanke ich folgende Zahlen für die Weser und Ems: 1899 (bei Hameln) 501 ♂, 168 ♀, 1902 179 ♂, 227 ♀, 1903 105 ♂, 85 ♀, 1904 812 ♂, 213 ♀, 1905 421 ♂, 378 ♀ Über das Verhältnis bei Barsch, Karausche usw. siehe Seligo, „Unt. i. d. Stuhmer Seen“, Danzig 1900, S. 27 ff.

[2]) „Karpfenzucht u. Teichbau“, Creba O.-L., S. 14 ff., D. F.-Z. 1886, No. 21 ff.

Teichen verwendet wird.[1]) Kein Wunder! Bekanntlich wurden die nächsten Verwandten der Lupine, die Erbsen, Linsen, Bohnen, ihres hohen Proteïngehaltes wegen jahrzehntelang ebenfalls als Ersatzmittel für das teure Fleisch und als Kost für breitere Schichten des Volkes von seiten der Mediziner und Physiologen gepriesen. Nachdem sich jedoch herausgestellt hat, daß nur ein sehr gesunder, kräftiger Organismus jene auf die Dauer der Zeit gut verträgt, ja, daß sie infolge ihrer stark blähenden Eigenschaften für Leute mit vorwiegend sitzender Lebensweise geradezu Gift sind, ist man von ihrer massenhaften Verwendung in Volksküchen, Kasernen, Spitälern schon merklich abgekommen. — Nicht anders ergeht es unserem Karpfen mit der Lupine. Mag die Krankheit als Blut- oder Gehirn-, als Pocken- oder Myxosporidienepidemie diagnostiziert werden, bei näherer Betrachtung sind in mindestens 70 von 100 Fällen der verfütterte Darmtraktus und die dadurch gestörte Verdauung die wirklichen Urheber der Seuche, und als ich den chinesischen Bauern drüben erzählte, daß wir ihren Karpfen mit rohen Leguminosen- usw. Körnern fütterten, wollten sie vor Vergnügen schier bersten. — (Wenn Massubara-Tokyo [Verh. V. Int. Fisch.-Kongr., Wien 1905, S. 368] angibt, daß in Japan sowohl die Rückstände der Öl- wie der Shojufabrikation [Bohnen, Reis usw.] in ausgiebigster Weise zur Fütterung der Goldfische wie der Karpfen verwendet werden, so vergißt er dabei leider die Angabe, daß alle diese Substrate vor dem Einbringen in den Teich einer Art Vorverdauung unterworfen werden, und daß die gegenwärtig üblichen Methoden stark von den früher usuellen bäuerischen abweichen. Richtig in seinen Ausführungen ist dagegen die Angabe, daß der Japaner zu gewissen kritischen Zeiten und besonders, um die Fische nicht zu fett werden zu lassen, die Fütterung aussetzt.) — Das Gesagte gilt selbstverständlich auch von anderen Hülsenfrüchten, dem Mais, Roggen, nicht zuletzt

---

[1]) Schon in D. F.-Z. 1886, No. 23, hat Nicklas in einer Polemik gegen Kintze (ebenda, 21) auf diese Tatsachen hingewiesen und vor der Lupine gewarnt; vergl. fern. den Bericht „Okolnik“ 1897, No. 28. Sehr wichtig ist hierbei das in Taubenmastanstalten beobachtete Faktum, daß nämlich die Tiere bei Verabreichung von gekochten Zerealien leicht erkranken, bei Fütterung mit gequollenen, gekeimten aber gesund blieben.

dem berüchtigten „Tennenausfall“. Einige österreichische Kleinteichwirte, deren Erfolge mir von den verschiedensten Seiten gerühmt wurden, verabreichen zugleich mit den Lupinen entweder Hefen, Sauerteig, frische Biertreber oder Schlickermilch bzw. alten Quark. Andere wieder lassen die Lupinen quellen und vermengen sie mit frischen Kuhfladen. In allen diesen Fällen dürften die in den Zusätzen enthaltenen, die Verdauung befördernden „Fermente“ (Metschnikoff, Eisbein, Reynolds Green, Weber) den Effekt herbeiführen. Dasselbe gilt von dem von Morcinek empfohlenen frischen Blut und frischen Gescheide von Säugetieren, während die von Kintze erprobten Ebereschen, gleichwie beim Schafe (Eisbein), die Sekretion der Enzyme fördern. — Jedenfalls achte man im Hinblick auf die Befunde von Walter, Giesecke u. a. auf die Anwesenheit einer größeren Menge von Naturnahrung und suche man ev. deren Entwickelung durch rechtzeitige Düngungen à la Sobtzick, v. Debschitz zu forcieren. Die Futterstraßen sind recht oft mit dem Seite 245 angegebenen Kompost zu überstreuen.

Wie ein hervorragender Landwirt und Viehzüchter jüngst die Frage der Kleienfütterung an junge Karpfen überhaupt zur Diskussion stellen konnte, ist mir unbegreiflich.

Das unbestrittene Verdienst von C. Weigelt ist es und wird es immer bleiben, auf den Wert der Seefischerei-Abfälle als Dünge- und Futtermittel hingewiesen und — mehr noch auf eine Vervollkommnung der Trockenmethoden hingearbeitet zu haben. Neben verschiedenen kleineren Firmen, von denen neulich eine an Stelle von Fischen vermahlene Heringstonnen geliefert haben soll, und gegenüber denen überhaupt große Vorsicht geboten ist,[1]) bringen die beiden gut geleiteten, leistungsfähigen Fabriken Geestemünde und Schlutup bei Lübeck ein befriedigendes Material auf den Markt. — Auch von Norwegen, Schweden, Holland usw. erhielt ich neulich durch die Vermittelung Hamburger und Bremer Firmen guten Fischguano zu zivilen Preisen offeriert. War dort der Fettgehalt zwar ein relativ hoher (6 bis 8 %), so war dieses Fett doch nicht ranzig, die Farbe des Präparates hell und die Wirkung auf Fauna und Flora, trotz der gröberen

[1]) Fisch.-Ztg., IX. 51, S. 808.

Mahlung, ebensogut wie bei unseren heimischen Produkten.[1]) — Vorsicht ist nur bei den aus den Abfällen der Marinieranstalten, Räuchereien u. a. m. hergestellten Substraten geboten. Ihr oft allzu hoher Gehalt an Salzen (Chloriden) kann nicht bloß jüngeren Fischen,[2]) sondern auch der Fauna und Flora verderblich werden; sie lasse man daher eventuell lieber vorher den Pflanzenkörper, beispielsweise eine unter Wasser zu setzende Gründüngung, passieren. Ebenso können auch die mit Benzin extrahierten Substrate, wenn dieses Benzin minderwertig war oder schlecht abgedunstet wurde, mehr schaden als nützen.

Zu empfehlen sind ferner *gute* Blutmehle. Ein solches aus dem Blut gesunder Tiere unter bestimmten Kautelen und nach einem besonderen Verfahren hergestelltes, hochgradig verdauliches Blutfuttermittel für Fische liefert die Firma *Fattinger* & Co. in Wien-Wieden. — Dagegen höre ich über die Kadavermehle aus der Praxis fast durchweg nur Klagen. Ganz abgesehen von den überhitzten ist bei diesen Produkten immer der Umstand zu berücksichtigen, daß sie aus *Säugetierfleisch* hergestellt sind, und daß dieses den Fischen eben nicht frommt. Von den Forellenzüchtern füttert heute kein einziger mehr Pferdefleisch, auch Milz wie Leber haben als Brutfutter gewaltig an Ansehen verloren (*Linke*, *Arens*), und in der Karpfenzucht ist es wohl bei den Versuchen von v. *Scheidlin sen.*, v. *Gostkowski* (gepökelte Pferdekadaver) und Großbeeren (Schlachthofabfälle) geblieben. Erfolg hatte einzig Direktor *Müller* in München-Tivoli mit der Fütterung von Hühnerdärmen an Forellen, deswegen, weil dabei die in jenen enthaltenen Fermente ein Wörtlein mitredeten.[3]) — Von der Madenfütterung ist man, sicher

---

[1]) Im Anschluß hieran werde ich übrigens von durchaus kompetenter Seite darauf aufmerksam gemacht, daß jene, mir als „nordisch" offerierten Produkte ihrem ganzen Habitus nach nur *deutschen* Ursprungs gewesen sein können. — Wenn seit *Kellners* grundlegenden Versuchen die Anwendung dieser Substrate gerade in den Warmblüterproduktionszentren ganz ungemein gestiegen ist, so **sollten wir sie erst recht zu unseren speziellen Zwecken benutzen.**

[2]) B. *Hofer*, „Handb. d. Fischkrankh.", München 1904, S. 206.

[3]) Interessant ist, daß, gleichwie hier die Enzyme der Höheren bei den Fischen (s. „Karpfenzucht", S. 306 ff.), umgekehrt wieder diejenigen der letzteren (Quappe, *Braun*, Fisch.-Ztg., VII, No. 22, Schellfisch, *Faber*, „Island" u. a.) bei Mensch und Tier (Hund,

auch ohne jene Befunde von Frenzel[1]), im großen ganzen abgekommen, wendet sie höchstens noch vereinzelt im Kleinbetriebe an, nachdem sich für größere Objekte das geruchlose (?) Verfahren von Rakus und v. Scheidlin als undurchführbar herausgestellt hat.[2])

Zum Schluß erinnere ich an die Aschenbestandteile. Die Zufuhr der nötigen Mineralstoffe in genügender, ja stark überschüssiger Menge und richtiger Zusammensetzung ist ein Thema, welches unseren Praktikern gar nicht eindringlich genug gepredigt werden kann. Der riesige Verbrauch von Salzleckrollen, Futterkalk u. a. in der Landwirtschaft, und speziell von seiten der kleineren Besitzer, zeigt, daß der Bauer trotz aller Einwände der Wissenschaft von der guten Wirkung der Kreide von dem Nutzen des Präzipitates sich eben überzeugt hat. Um so auffälliger ist daher der Umstand, daß der Fischzüchter, obwohl er fast aus-

---

Hühnern) die gesunkenen Funktionen des Magens bzw. der Bauchspeicheldrüse heben sollen (s. a. weiter hinten).

1) Allg. Fisch.-Ztg. 1895, No. 17.

2) Der Kuriosität halber sei hier erwähnt, daß die von Kintze-Creba, „Karpfenz. u. Teichbau", S. 21 u. 215, jahrelang erprobte Kastanie, trotzdem sie von Schiemenz, Fisch.-Ztg., VIII, No. 10, S. 153, als „erledigt" angesehen wird, in Österreich vielfach als Fischfutter Verwendung findet. Warum auch nicht? Was dem Wilde frommt (E. R. v. Dombrowski, „Das Rotwild", Wien 1905, S. 120), dürfte, richtig zubereitet, auch dem Karpfen zuträglich sein, und so wenig man trotz der eine Zeitlang drohenden „Lupinose" sich hat von der Lupinenfütterung abbringen lassen, so wenig sollte man einzelner Versuche wegen ein Substrat gänzlich verdammen. Toxine können, je nach der Ernährung, in diversen Pflanzen sich entwickeln. Das klassischste Beispiel dafür bietet die Lupine, die unter Einwirkung der Kalisalze die Produktion von Alkaloïden eingestellt haben soll. Außerdem scheint gerade bei den Kastanien eine schlechte, feuchte Lagerung die Wucherung von Schimmelpilzen, Fäulnisbakterien usw. zu begünstigen, deren schädliche Stoffwechselprodukte durch ein einfaches Kochen nicht vernichtet zu werden vermögen (s. Jörgensen, „Mikroorganismen d. Gärungsindustrie", 4. Aufl., Berlin 1898, P. Lindner, „Mikrosk. Betriebsk. i. d. Gärungsgew.", 4. Aufl., Berlin 1905, S. 141 ff., „Atl. d. mikrosk. Grund. d. Gärungsk.", Berlin 1903, Hofer a. a. O., S. 200). — Interessant ist auch die in Österreich (Siebenbürgen) geübte Fütterung von Giftpilzen an Fische (v. Scheidlin, Österr. Landw.-Ztg. 1905, Ill. Landw. Ztg. 1895, No. 66, S. 477, ferner D. Landw. Pr. 1896, S. 832, D. Fisch.-Ztg. 1897, S. 133/134).

schließlich mit jungen, wüchsigen oder geschlechtsreifen Tieren, den Stammeltern einer erstaunlich großen Nachkommenschaft, zu tun hat, diese Frage so durchaus als nebensächlich behandelt.

Hierbei sei ausdrücklich hervorgehoben, daß von den in den Fisch-, Kadavermehlen usw. enthaltenen großen Kalk-, Phosphorsäuremengen nur ein verschwindend kleiner Teil durch die Enzyme der Fische, besonders der Cypriniden, gelöst zu werden vermag, die so häufig angepriesenen basisch-phosphorsauren Futterkalke, Muschelschalen- und Knochenmehle womöglich noch unwirksamer sind, und das von Overbeck, C. Nicklas u. a. als Beigabe zu dem (ausgelaugten) Liebig- oder Kemmerichschen Fleischmehl empfohlene Chlornatrium aus den vorher entwickelten Gründen weit eher schadet als es nützt. — Bei den Lupinen usw. pflegt der denkende Teil unserer Züchter die Stutzerschen Durchschnittswerte für die Aschenbestandteile in Rechnung zu stellen. Ein Blick in die einschlägigen Publikationen von Wagner, Wilfarth, Hoffmann u. a zeigt uns jedoch, daß dieselben im Grunde genommen wertlos sind, und das um so eher, als wir die Ausnützungskoëffizienten der Fische für die in Rede stehenden Substanzen **noch nicht kennen.**

II. Die Materialbeschaffung.

Über das Sammeln des für die hier in Rede stehenden Analysen nötigen Materiales gibt, soweit es sich um das Plankton, den Aufwuchs, die Grund-, Uferfauna usw. handelt, das nachfolgende Kapitel (IV) nähere Vorschriften. Es wird dort auch gezeigt werden, wie wir zunächst das Rohvolumen des vermittelst des Planktonnetzes, Pflanzenkeschers, Pfahlkratzers oder der Dredge erbeuteten Materiales messen, dieses in seine Hauptbestandteile: Tiere, Pflanzen, Sand, fremde Beimengungen, und weiterhin vermittelst der Zentrifuge oder des Schlämmzylinders, sowie ganz bestimmter Salzlösungen in die einzelnen Gattungen und Arten zerlegen, und wie wir endlich deren jeweilige Menge und Schwere genau zu eruieren vermögen. Auf diese Weise gelangen wir namentlich dann zu recht brauchbaren statistischen Durchschnittswerten über ein bestimmtes Gewässer oder ganze Gewässertypen, wenn solche Untersuchungen längere Zeit hindurch in regelmäßigen Intervallen durchgeführt werden. Schade, daß die

bezüglichen Anregungen von Apstein, Schroeder, Lemmermann nicht verfolgt wurden, sie hätten bei planmäßigem Weiterarbeiten um so eher brauchbare Beobachtungen liefern müssen, als ja Walters einschlägiger Versuch bereits reichlich Früchte gezeitigt hat! Hoffentlich ist den jüngsten, sehr plausiblen Ausführungen von Schorler und Thallwitz eine eingehende Beachtung beschieden.

Von jeder Organismengruppe bzw. jeder Spezies sucht man sich auf die in Kapitel IV näher geschilderte Weise ein tunlichst großes Quantum zu verschaffen, spritzt dasselbe (bei dem mit Salzlösungen behandelten Material bis zum Verschwinden der Chlorreaktion [s. Kap. I, S. 213]) mehreremal über einem Sieb aus Müllergaze ab,[1]) beseitigt die außen anhaftende Feuchtigkeit durch Abtupfen mit jener und bringt endlich die Masse — natürlich tunlichst ohne Seiden-, Zellulosefasern — in ein vorher ausgetrocknetes, tariertes Wägeglas. Das feuchte Material wägt man bis auf die erste oder zweite Stelle hinter dem Komma genau ab (Glas dabei zustöpseln!!) und notiert sein Gewicht:

z. B. Sida hyalina	106,74 g	Branchipus . . .	72,42 g
Gläschen . .	42,25 g (42,2487)	Gläschen	34,42 g (34,4244)
	64,49 g		38,00 g

[1]) Für alles konservierte Material gilt nach Brandt a. a. O., S. 77, folgendes: Eine Konservierung mit Pikrinschwefelsäure und Auswaschen mit Alkohol bedingen, wie eine Aufbewahrung in Spiritus und Formol, zu niedrige, eine solche in Sublimat und ein Auswaschen mit Wasser geben dagegen zu hohe Werte. So waren übergegangen:

Prozente Trockensubstanz in:

Alkoholextrakt (Brandt)		2 proz. Formalinlösung (Knauthe)	
Mischplankton	24,73; 22,34; 22,92; 34,03	Pflanzliches Plankton . .	8,2; 10,4; 14,6
Kopepoden	47,55	Tierisches Plankton . . .	6,8; 7,4
Ceratien	59,40	Grundfauna und -flora gemischt	10,2; 12,4

Man muß also die Flüssigkeit entweder mit dem Material eindampfen oder auf ein bestimmtes Volumen bringen und, nach gehöriger Mischung in aliquoten Teilen derselben, Trockensubstanz, Stickstoff, Fett und Mineralstoffe bestimmen.

Nach Orth (Brandt a. a. O., S. 34) verhielt sich anorg. zu org. Subst. im Alkoholextrakt = $^1/_4 : {}^3/_4$ (bei gering. Aschengeh. d. Fang.).

Das Wägegläschen mit Inhalt stellt man darauf in den bis auf 100° angewärmten Trockenschrank (Fig. 52), wobei der Deckel neben das Gefäß zu legen ist.

Erscheint uns die Substanz genügend getrocknet, so lassen wir im Exsikkator (Fig. 96) erkalten, — Deckel neben das Gläschen in den Exsikkator legen und letzteren neben die Wage stellen! — verschließen nach $^1/_2$ Stunde das Gläschen und wägen. Das Wägegläschen kommt wieder in den Trockenschrank, bleibt dort geöffnet 1 bis 2 Stunden lang stehen und wird abermals in der vorher geschilderten Weise erkalten gelassen und gewogen. Mit diesem Verfahren bleiben wir bei, bis zwei Wägungen genau übereinstimmende Resultate ergeben, also beispielsweise:

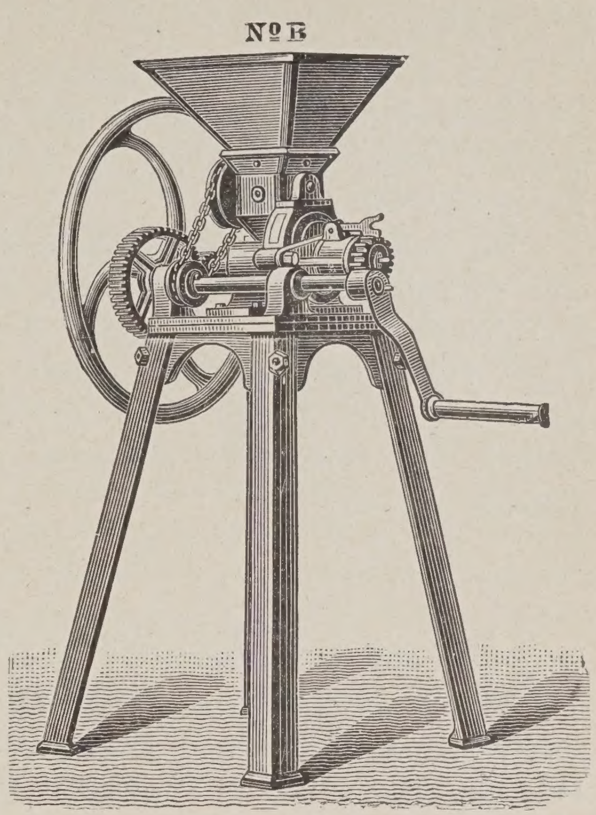


Fig. 112.
Excelsiormühle.
(Paul Altmann, Berlin.)

Sida hyalina 61,5950, 61,5442, **61,5442 g** . . .	=	61,5442 g
Gläschen	=	42,2487 g
mithin Trockensubstanz	=	**19,2955 g**

Sollte das Wägegläschen bei der dritten oder vierten Wägung eine Zunahme zeigen, also etwa: Branchipus 45,7248, 45,6994, **45,6972,** 45,6986, so ist die vorhergehende niedrigere als Endresultat zu betrachten und demgemäß zu notieren:

Branchipus	45,6972 g
Gläschen	34,4244 g
mithin	11,2728 g (=32,75 %) Trockensubstanz.

Oftmals werden — besonders bei den Daphnien, Volvozineen usw. — die unteren Partien zusammenbacken und infolge davon nur sehr langsam und unvollständig trocknen. Zur Beschleunigung des Trockenprozesses empfiehlt sich ein Umrühren mit einem in das Gläschen passenden Glasstab oder Platinspatel. Ebenso werden wir

um eine absolut trockene Substanz zu erzielen, die Schnecken und Muscheln nach einem vier- bis sechsstündigen Stehen im Trockenschrank in der Reibschale mittels des Pistills zertrümmern und dann weiter trocknen müssen.

Den Inhalt des Wägegläschens bringen wir quantitativ in eine Reibschale und verreiben ihn hier recht fein; je gleichmäßiger, feiner die Mahlung, desto besser übereinstimmend die Ergebnisse der Analysen!

Bei den Köcherfliegenlarven usw. werden wir freilich durch eine derartige Prozedur nur selten diese pulverförmige Feinheit herbeiführen können, bei ihnen werden wir vielmehr die in Figur 112 abgebildete, sehr exakt gearbeitete oder arbeitende Excelsior-, oder die in Figur 113 skizzierte Kugelmühle, oder endlich das beim Mist erwähnte Verfahren (S. 447/448) einschlagen müssen.

A. Die Wasserpflanzen.[1])

Von kaum geringerer Bedeutung als die quantitative und qualitative Einschätzung der kleinen wie groben Fauna und der Mikroflora ist natürlich auch eine genaue Kenntnis der Wasserpflanzen, sowohl der submersen, als der auf der Oberfläche schwimmenden, als endlich der den Wasserspiegel überragenden. Entziehen dieselben, wie in den voraufstehenden Kapiteln bereits näher erörtert wurde, dem Stoffkreislauf des Wassers bzw. Schlammes doch zum Teil recht beträchtliche Nähr-, vor allem Mineralmengen, welche — das gilt besonders vom Kalk und der Phosphorsäure — weder in der Flüssigkeitssäule noch in der für die Auslaugung vornehmlich in Betracht kommenden Krume in nennenswerter Menge vorhanden zu sein pflegen. Speziell die Armleuchtergewächse und die Wasserpest betreiben diese Ausbeutung des Schlammes auf Kalk derartig, daß derselbe im Verlauf weniger Jahre an dieser in mehr als einer Beziehung wichtigen Substanz verarmt und das

[1]) Über die Wucherbedingungen ders. s. auß. Ludwig-Greiz in O. Zacharias, „Die Tier- und Pflanzenwelt d. Süßwassers", u. K. Lampert, „Das Leben d. Binnengewässer", C. Schroeter u. O. Kirchner, „Die Vegetation d. Bodensees", Bodensee-Forsch., IX, 3, B. Schorler u. J. Thallwitz, „Die Pflanzen- und Tierw. d. Moritzb. Großt.", Ann. d. Biol. lac. 1906, u. a. m.

Ganze empfindlich darunter leidet. Stratiotes und einige andere brauchen neben Kalk wieder Phosphorsäure und Stickstoff, sie finden sich deshalb mit Vorliebe in allen von Erlen umsäumten Tümpeln und Bächen, aber auch in guten Wiesengräben ein. Dafür produzieren die untergetauchten Gewächse respektable Mengen von bester organischer Substanz (Eiweiß, Fette, Kohlehydrate [auch Zucker]) und eine im großen ganzen leicht zersetzliche Zellulose. Und wenn nach Rakus und v. Scheidlin, Seligo u. a. die so produzierten Massen auch kaum im frischen, sondern ausschließlich im rottenden Zustande den anderen Organismen zugute kommen sollen, und dieses Absterben der Vegetation in unseren Breiten gerade in die kalte Periode, also die tote Zeit fällt, so muß eben der rationelle Wasserwirt durch fleißigen Auftrieb von Geflügel und eine richtige Zusammensetzung dieses Federviehes (Enten, Gänse und Schwäne) für eine möglichst häufige Umsetzung der Massen während der Saison, im Interesse des Gewässers natürlich aber auch für die nötige rationelle Zufütterung Sorge tragen. Die Geflügelhaltung allein bedingt in China drüben die angestaunten und angezweifelten Erträge durchaus nicht, wohl aber tun das die den Wasservögeln gleichzeitig verabreichten Frösche, Schildkröten, Eischalen u. a. m. in Verbindung mit dem Reis usw. (s. S. 50/51). Gleich dem rationellen Landwirt soll der Wasserwirt nicht nur alle Errungenschaften der Theorie und Praxis rechtzeitig und möglichst vollkommen sich zunutze machen, sondern auch den Rechenstift nicht aus der Hand legen, und da wird er denn sehr bald dahinter kommen, daß ein Großhungernlassen des Geflügels auf den Teichen ebenfalls weiter nichts ist, als eine feinere Umschreibung des Wortes „Raubbau" (s. S. 352).

Die von Zacharias u. a. veröffentlichten Tabellen über den Planktongehalt verschiedener Seen zeigen im Norden wie Süden, Osten wie Westen ein Ansteigen gewisser Komponenten sowohl im zeitigen Frühling als auch im späten Herbst, also in einer Zeit, wo die geringe Wasserwärme die Entwickelung dieser Organismen unmöglich begünstigen kann.[1]) Was liegt nun näher, als dieses zweifelsohne auffällige und mit den zurzeit gültigen Lehren der Süßwasserbiologie so ganz und gar nicht harmonierende Faktum

---

[1]) s. bes. R. Lauterborn, Biol. Zentralbl. 1894, 14, S. 11, O. Zacharias, Zool. Anz. v. 15. Jan. 1899 u. a. m.

in Abhängigkeit von den durch das Faulen der pflanzlichen Massen latent werdenden bzw. die Regengüsse eingeschwemmten Nährstoffmengen zu setzen?[1]) Das habe ich früher bereits betont, mit dieser Annahme indes wenig Gegenliebe gefunden.

Wenn ein im viehlosen Betriebe wirtschaftender Besitzer alle Produkte seines Feldes verkaufen, dabei aber niemals an einen Ersatz der seinem Boden durch diese Ausfuhr entzogenen Nährstoffmengen denken möchte, würde er ebensobald gründlich abgewirtschaftet haben, wie jener Bauer, welcher weniger Schafe wegen seinen Acker brach liegen und verquecken ließe. Solche Schildbürgerstreiche begehen unsere Teichwirte — und gerade die größten unter ihnen am meisten — jahraus, jahrein, weil sie die durch die Teichstreu erzielten Einnahmen nicht missen zu können meinen, und weil sie nicht zu rechnen verstehen. Viele große Weiherkomplexe sind in der Tat nichts anderes als Schilfplantagen, in denen die Luftflora die dominierende Stellung einnimmt, der Fisch bloß **geduldet** ist. Gegen das Rechen der Waldstreu wird geeifert, der wüste Raubbau im Teiche aber . . . . ja, Bauer, das etwas anderes ist! Stöße von Papier sind seit J. Šustas schönen Worten über das Schilf-, Binsen- etc. Zeug im Teiche verschrieben und verdruckt worden, trotzdem gedeiht das Unkraut üppiger als zuvor, und harren die Machthaber mehr denn je der durch die Verpachtung der Teichstreu gefüllten Geldtaschen der Rentmeister. Die Fischnutzung sinkt, der Streuertrag steigt und erheischt obendrein, was in unserer leutearmen Zeit sehr ins Gewicht fällt, keine Arbeitskräfte! — Hier ist es Aufgabe des Biologen und Chemikers, durch fortgesetzte Analysen das Quantum der dem Gewässer alljährlich entführten Nährstoffmengen zu normieren und weiterhin durch systematische Topf- und Becherglasversuche die Intensität dieser unserer Zeit und unserem landwirtschaftlichen Empfinden hohnsprechenden wilden Wirtschaft den p. t. Herren ad oculos zu demonstrieren. Als Norm gilt im allgemeinen folgendes: In je mehr gelöster Form wir die Substrate in freie Teiche einbringen, desto mehr werden die Planktonten, andernfalls die Komponenten des Ufers und Grundes profitieren. Düngungen in verwachsenen Gewässern sind Verschwendung.

---

[1]) Schorler u. Thallwitz a. a. O., S. 109 ff.

Es wurden dem Teiche entzogen	Stickstoff		Phosphorsäure		Kalk		Kali	
	Kilogramm pro Hektar							
	1. Jahr	2. Jahr	1. Jahr	2. Jahr	1. Jahr	2. Jahr	1. Jahr	2. Jahr
Ungedüngt								
Durch die								
Ernte an Fischen	0.75	0.68	0.3	0.29	0.3	0.29	—	—
Teichstreu (Rohr u. Glyceria) .	**64**	**52**	**12**	**9**	**16**	**15**	**35**	**30**
Nach der Düngung mit Peruguano (s. a. S. 210)[1]								
Durch die								
Ernte an Fischen	1 50	1.50	0.6	0.6	0.6	0.6	—	—
Ernte an Streu	**122**	**110**	**34**	**33**	**25**	**26**	**42**	**38**

Während man vielerorts in dem löblichen Bestreben, die geliebte Teichstreu zu schonen, jedes Vieh von den Weihern fernhält, benutzt ein intelligenter österreichischer Züchter jene als Hutweide für sein und seiner Dorfleute Vieh. Das Fazit dieses in mehr als einer Hinsicht lehrreichen Vorgehens ist folgendes:

Früherer Ertrag pro ha

40 kg Karpfen	Mk.	48,00
15 „ Schleien	„	22.00
Pacht für Streu	„	59.00
Summa	Mk.	129,00

Jetziger Ertrag pro ha

1. Jahr			2. Jahr		
85 kg Karpfen. . .	Mk.	102,00	110 kg Karpfen . .	Mk.	143,00
36 „ Schleien . .	„	50,00	30 „ Schleien . .	„	46,00
Pacht für Weide . .	„	18 00	Schleienbrut . . .	„	27,00
Mehrertrag an Milch	„	12.00	Pacht für Weide . .	„	12.00
Summa	Mk.	182,00	Summa	Mk.	228,00

Ein Abzug für den im Teiche verbleibenden Dünger darf um so weniger in Rechnung gestellt werden, als derselbe ja so wie so auf der Hutweide verloren gehen, bzw. dort durch Produktion der berüchtigten „Geilstellen“ meist mehr schaden als nützen würde; dagegen dürfte in Anbetracht des Umstandes, daß die Weiher vornehmlich mit dem süßen Mannagras bestanden waren,

---

[1] vergl. fern. E. Giesecke „A. d. teichw. Praxis“, S. 35, Fisch.-Ztg., IX, No. 39 u. a. m.

und dieses den Ertrag und die Güte der Milch ungemein fördert, das Mehr am Ertrage aus letzterer zu niedrig eingeschätzt sein.

In diesem Jahre sind die trocken liegenden Teiche nach einer schwachen Kalkung teils mit Gerste und Weizen, teils mit Hafer und Kartoffeln ohne Dung bestellt. Trotzdem und ungeachtet der Ungunst der Witterung gedeihen infolge der im Schlamm angesammelten Nährstoffmengen Zerealien sowohl wie Hackfrüchte ausgezeichnet.

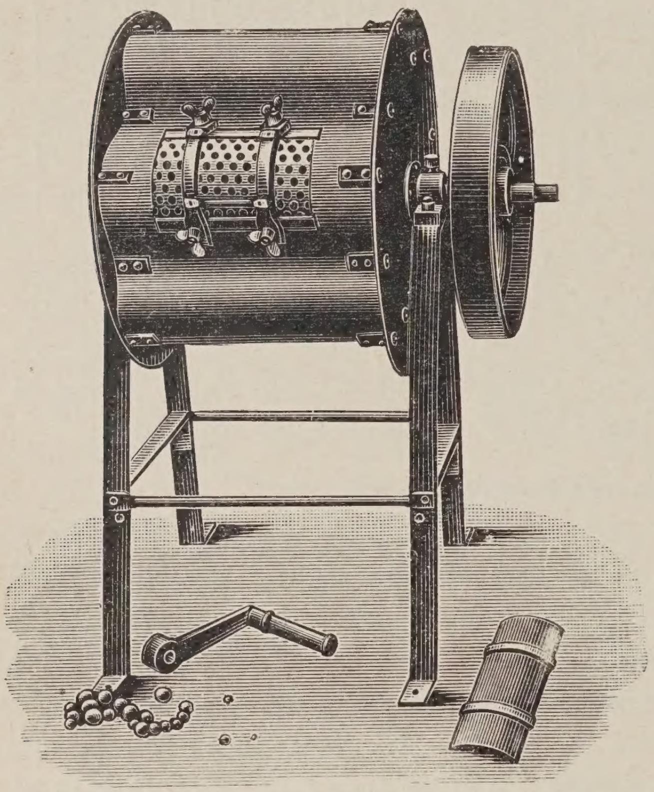


Fig. 113.
Kugelmühle.
(P. Altmann, Berlin.)

Selbstverständlich muß es uns auch für die Bestimmung der Wasserpflanzen in erster Linie auf die Beschaffung einer guten Durchschnittsprobe ankommen. Zu diesem Behufe entnehmen wir von tunlichst vielen Stellen mit derselben oder abweichender Vegetation und je 1 qdcm Fläche (bzw. aus den gemähten Schwaden an verschiedenen Stellen, sagen wir alle 5 bis 10 Schritt weit) sämtliche dort wuchernde Pflanzen, wenn möglich, mit den Wurzeln, sonst, nachdem wir sie dicht über dem Boden abgeschnitten haben. Die so erhaltenen Proben spülen wir, um sie von dem anhaftenden Schmutz, sowie den an ihnen lebenden Mikroorganismen zu säubern, gründlich ab (der „Aufwuchs“ kann dabei für sich gesammelt werden), tupfen ab und wägen das Gesamtvolumen auf einer gewöhnlichen Dezimalwage bis auf 1 g genau. Diese grobe Durchschnittsprobe zerkleinern wir am besten mit einem der früher auf dem Lande gebräuchlichen Häckselmaschine mit Handbetrieb ähnlichen Instrument, mischen das so erhaltene Häcksel gut durch, entnehmen einen aliquoten

Teil nach der Seite 398 angegebenen Manier, wägen bis auf die zweite Stelle hinter dem Komma, trocknen bis zur Gewichtskonstanz und pulvern schließlich mit Hilfe der Kugelmühle.

Trotz öfteren Durchjagens durch die Mahl- bzw. Kugelmühle wird in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle das Material doch die besonders für Stickstoffbestimmungen nötige, genügende Feinheit und Gleichmäßigkeit der Mahlung nicht aufweisen. Hierfür (wie auch für den Nachweis der Phosphorsäure) empfiehlt sich daher die Anwendung des Seite 447 beschriebenen Verfahrens.

B. Futtermittel.

Das von einer reellen Firma nicht nur unter der Garantie des Gehaltes, sondern auch der Verdaulichkeit bezogene Material darf unter keinen Umständen in den Säcken, womöglich noch in dumpfen, feuchten Remisen, verbleiben, sondern muß, wie das Getreide, auf gut ventilierte, trockene Böden gebracht und dort tunlichst häufig gründlich umgestochen werden. Nur so hält man Schimmel, Gärung und Fäulnis von den Substraten fern, und wenn man auch heutzutage noch häufig liest, daß vom Fischzüchter P. oder der Verwaltung X. so und so viele Zentner befallene Lupinen zu Fischfutterzwecken gesucht werden, ja, wenn gewisse Leute sich sogar der mit solchem minderwertigen Zeug angeblich erzielten brillanten Erfolge rühmen, so ist erstens das Papier leider nur zu geduldig, und folgt zweitens sehr bald das dicke Ende in Form einer langatmigen, sehr dringenden Korrespondenz mit einem unserer fischpathologischen Institute nach. Die Natur läßt sich zugunsten des Geldbeutels von einigen wenigen Individuen generis humani leider eben nicht zurechtstutzen.

Selbstverständlich kann nicht dringend genug geraten werden, die frisch bezogene Ware beim Eingang sofort auf Schimmel usw. zu untersuchen.

Prüfung der Futtermittel auf ihre Qualität nach Emmerling.[1]) Zu Kulturversuchen dienen Erlenmeyersche Kölbchen, welche, mit Wattepfropfen verschlossen, durch zweistündiges Erhitzen auf ca. 150° C sterilisiert

---

[1]) E. Wolff, „Anl. z. Unters. landw. Stoffe“, 4. Aufl., Berlin 1899, S. 121.

werden, und ausgekochtes, destilliertes Wasser. In das Kölbchen gibt man mittels ebenfalls sterilisierter Gerätschaften nur so viel von den zu untersuchenden Stoffen, daß das Wasser zur Durchfeuchtung gerade hinreicht. Die Watteverschlüsse werden hierauf in üblicher Weise an ihrer Außenseite abgebrannt, zur Abhaltung des Schimmels mit einer sterilisierten Papierdüte überzogen und die Kölbchen 24 Stunden lang einer Temperatur von 35° C im Brutofen (Fig. 134 a u. b) ausgesetzt.

Bei stark verschimmelten, verdorbenen Futtermitteln überzieht sich häufig schon in dieser Zeit die Oberfläche mit einer weißen Decke; je später diese auftritt, desto weniger sind die Substrate als verdorben anzusprechen; nach drei bis vier Tagen schimmeln selbst die besten.

Prüfung auf Geruch: Ein solcher nach weiniger Gärung zeigt Unverdorbenheit, ein unangenehm stechender, fauligen Schimmel an. Prüfung unter dem Mikroskop, ob Schimmel oder Bakterien (Zooglöen) vorliegen.

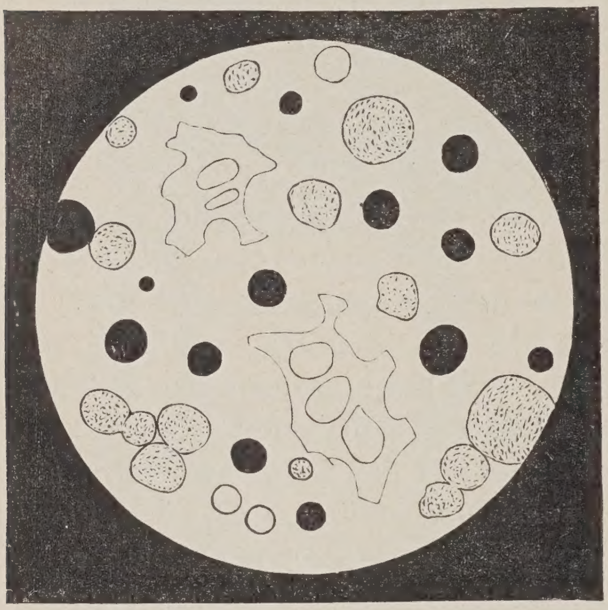


Fig. 114.
Mikroskopisches Bild eines nicht überhitzten Erdnußkuchens nach Pagenstecher.[1])

Zurückzuweisen ist alles verschimmelte, überhitzte, stark ranzige oder — das kommt besonders bei den Mehlen vor — durch Sägespäne, Sackfasern, Sand u. a. m.[2]) hochgradig verunreinigte Material. Die überhitzten Produkte sind ohne weiteres schon an der dunklen Farbe, der harten Struktur der Körner und, gleich den ranzigen, an dem stechenden Geruch nach Buttersäure kenntlich. Ein gutes Kriterium bildet bei den Blut-, Kadavermehlen usw. ferner die Wasserlöslichkeit. Ein prima Blutmehl muß zu über 20 bis 25 $^0/_0$ leicht wasserlöslich sein, d. h. in ein Becherglas mit destilliertem Wasser im Verhältnis von 1 : 10 geworfen, nach mehrmaligem Umrühren das Wasser rot färben; das tun überhitzte Präparate um so weniger, je höher die angewendeten Wärmegrade sind. Auch die mikroskopische Untersuchung wird, wie die folgenden Abbildungen aus Pagenstecher zeigen (s. Fig. 114 u. 115), in vielen Fällen gerade hierbei gute

---

1) Pagenstecher u. Caro, „Leicht ausführb. landw. Unters.“, Neudamm 1899, S. 144 u. 145, Fig. 54 u. 55.

2) J. Stiglleithner, Allg. Fisch. Ztg. 1903, No. 9 u. 13.

Aufschlüsse geben. Am deutlichsten zeigt den Grad der Überhitzung natürlich der künstliche Verdauungsversuch.

Sand, Gips, Schwerspat, Hornblende, Eisenspäne u. a. m. werden meist schon bei der Probenahme bzw. dem Vermahlen der Substrate sich bemerkbar machen, andernfalls erhält man dieselben sicher durch Aus- bzw. Abschlämmen resp. Zentrifugieren. — Um Kalk, also auch verriebene Austernschalen, nachzuweisen, kochen wir die Probe unter genügendem Salzsäurezusatz gründlich, filtrieren und bestimmen nach Seite 179. Wird in salzsauren Aschenextrakt getauchtes gelbes Curcumapapier beim Trocknen (100° C) rot bzw. nach Auftragen eines Tropfens Natriumkarbonatlösung blau, so zeigt das Borsäure an. — Steinnußmehl liefert uns der künstliche Verdauungsversuch in Verbindung mit dem Mikroskop, häufig auch die Rohfaserbestimmung. — Baumwollensaatmehl ist stets nach Seite 112 ff. auf freien und gebundenen Schwefelwasserstoff, Lein-, Rapskuchen usw. sind folgendermaßen auf Beimengungen von Senf- und Melilotussamen zu prüfen: die Probe wird mit Wasser im Reagierröhrchen gekocht. Bei Verfälschungen mit Sinapis tritt der bekannte, stechende Geruch nach Senföl nebst einem scharfen, brennenden Geschmack, bei Anwesenheit von Melilotus Kumaringeruch auf. — Ölkuchenmehl wird im Verhältnis von 1:10 mit einer Mischung von 5 ccm HCl in 100 ccm 70prozentigem Alkohol gekocht, tüchtig geschüttelt und darauf sedimentieren gelassen. Ist die obenstehende Flüssigkeit kirschrot, so ist Mutterkorn vorhanden, dunkelgelbe Färbung zeigt Kornrade oder Tollkorn, blaue, grüne bis schwärzliche aber Wachtelweizen an. —

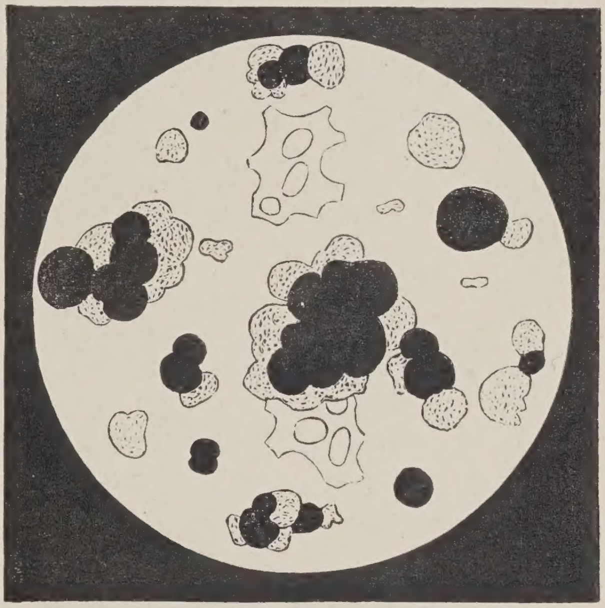


Fig. 115.
Mikroskopisches Bild eines überhitzten Erdnußkuchens nach Pagenstecher.

Zur Bestimmung der freien, flüchtigen Säuren werden 20 bis 30 g der Substanz mit ca. 250 ccm Aqu. dest. im Kjeldahl-Apparat (Fig. 26) so lange gekocht, bis ca. $^2/_3$ in die mit $^n/_{10}$ Alkalilauge beschickte Vorlage überdestiliert sind, das überschüssige Alkali wird unter Phenolphtaleïnzusatz mit $^n/_{10}$ Säure zurücktitriert. 1 ccm $^n/_{10}$ KOHl. = 0,006 g Essig-, = 0,009 g Milchsäure. — Werden 10 ccm des Destillates für sich aufgefangen und mit zwei Tropfen ammoniakalischer Silberlösung im Dunkeln hingestellt, nach einigen Stunden schwarz getrübt, so war die Substanz mit Formol versetzt. (Wichtig bei Fischmehlen, Blutkuchen!)

Um neben den freien die gebundenen, flüchtigen Säuren zu erhalten, versetzen wir den Rückstand im Kochkolben abermals mit destilliertem Wasser, fügen einige Kubikzentimeter Schwefelsäure zu und verfahren wie vorher.

Sehr mit Vorsicht aufzunehmen sind auch die neuerdings stark angepriesenen Blutkuchen und Fischbreie. Bei ersteren tritt namentlich bei heißer Temperatur rasch die Blutfäule, bei letzteren, die ohnedies in der Mehrzahl bloß aus Abfällen bzw. unverkäuflichem, also an sich keineswegs tadellosem Material

bestehen, nur zu leicht das gefürchtete Fischgift auf.[1]) Faules Blut und faule Fische enthalten Toxine, welche durch ein einfaches Kochen nicht vernichtet werden können, und denen schon reiche Bestände zum Opfer fielen (s. S. 263).

Für die Durchschnittsprobe entnehmen wir von den verschiedensten Stellen des, wie gesagt, häufig und gründlich durchgestochenen Haufens kleinere Portionen, mischen dieselben gut und verfahren dann in der Kapitel II, Seite 398 geschilderten Weise. Die so erhaltene wirkliche Durchschnittsprobe wird (bei Körnern oder sehr grobem Schrot nach vorheriger tunlichst feiner Mahlung) bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, gepulvert, nochmals getrocknet und dann in der weiter unten zu skizzierenden Weise zu den einzelnen Bestimmungen verwendet.

Dasselbe gilt für die Düngemittel.

III. Die chemische Wage.

Die Einrichtung der chemischen Wage ergibt sich aus Figur 116. Dieselbe hier näher zu beschreiben, würde über den Rahmen des Buches weit hinausgehen. Mit noch viel größerem Rechte könnte der Leser alsdann die Ableitung aller in den voraufstehenden Kapiteln enthaltenen chemischen Formeln verlangen.

Die Wage lasse man sich von der sie liefernden Firma bzw. durch einen geschickten Feinmechaniker montieren und benütze die Gelegenheit, um sich von diesem in der Handhabung des sehr wichtigen Instrumentes unterrichten zu lassen. Die Leute haben meist ihre eigenen kleinen Kniffe.

Hauptbedingung ist, daß die Wage an einem trockenen, großen Temperaturschwankungen nicht unterworfenen Ort derart aufgestellt wird, daß sie vollkommen im Gleichgewicht steht, und daß alle, das Arbeiten mit ihr oft empfindlich störenden Erschütterungen vermieden werden. Deshalb montiert man das Instrument nicht auf einem Tische, sondern auf einer in die Wand eingelassenen bzw. durch starke Eisenwinkel an jene angeschraubten

---

[1]) Ulrich, „Ztschr. f. Hyg. u. Infektkr., Bd. 53, H. 1, A. Seligo, D. Fisch.-Ztg. 1906, No. 43, Fisch.-Ztg. 1906, No. 56.

Konsole etwas unter Brusthöhe, in der Weise, daß man, vor ihr stehend, bequem wägen kann. Die Nähe des Ofens ist aus den eben angeführten Gründen tunlichst zu vermeiden; je gleichmäßiger die Temperatur, desto besser überein-

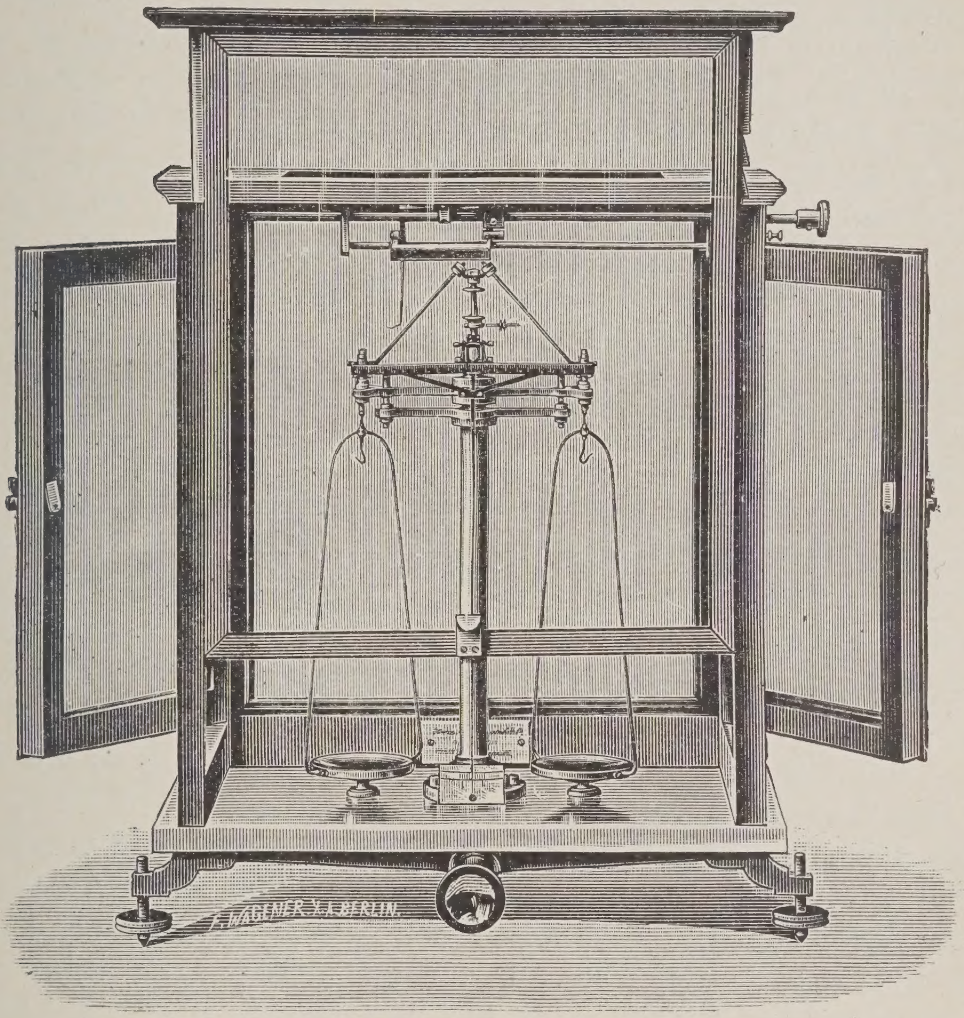


Fig. 116.
Chemische Wage.
(Paul Altmann, Berlin.)

stimmende Resultate darf man erwarten. Ist die Wage in der geschilderten Weise aufgestellt, so hängt man die Schalen in den Balken derart ein, daß deren oberes, eingekerbtes Ende genau in den scharfen Metallkamm ∧ und die beiden Zapfen paßt (Berührung mit den Fingern vermeiden!), die Unterseite auf den im Boden befindlichen, abgeplatteten, pilzähnlichen Trägern ruht. Hierauf wird das Instrument mit Hilfe einer

Wasserwage durch Drehen der an den Füßen des Gehäuses befindlichen drei Schrauben ins Gleichgewicht gebracht und die Richtigkeit der Einstellung durch ein Ausschwingenlassen der Wage selbst kontrolliert. Man dreht also behutsam an der entweder vorn oder an der Seite in den Boden eingelassenen Kurbel, die man in der Hand behält, und beobachtet die Ausschläge. Der Zeiger muß über der mit Teilstrichen versehenen Platte gleich weit nach beiden Richtungen hin pendeln. Schwingt er stärker nach links, so ist die linke Seite niedriger, muß man diese also höher schrauben et vice versa. — Diese Kontrolle ist tunlichst allwöchentlich zu wiederholen. — Die vollkommen im Gleichgewicht befindliche Wage arretiert, d. h. bringt man durch Zurückdrehen der Kurbel in die Ruhestellung. Alsdann öffnet man die eine (linke) Seitentür, setzt den zu wägenden, trockenen Gegenstand auf die Schale, schließt die Tür und öffnet dafür die rechte. Ein Aufschieben der großen Mitteltür ist ebenso zu vermeiden wie ein Anhauchen der eigentlichen Wage. Bloß, wenn wir genau gleiche Quantitäten einer Substanz, wie bei der Stickstoff-, Phosphorsäure- oder Fettbestimmung, abwägen wollen, müssen wir diese Mitteltür öffnen; allein dann schiebt man sie nur so weit zurück, daß man gerade bequem hantieren kann, und unterläßt ein Hineinhauchen eben nach Möglichkeit.

Auf die rechte Seite setzt man nun, indem man es mit der Pinzette faßt und aufbringt, — eine Berührung mit den Fingern gibt sofort ungenaue Wägungen, ist mithin unter keinen Umständen statthaft, — ein 50 g-Stück und probiert durch Schwingenlassen der Wage (Kurbel langsam und nur wenig drehen!), ob dieses Gewicht genügt oder nicht. Der Zeiger schlägt nach rechts aus, also ist die rechte Seite zu leicht. Wir bringen die Wage wieder in die Ruhestellung und setzen weitere 20 g auf; diese sind zu viel, denn der Zeiger geht nach links. So fortfahrend finden wir, daß die Tara des Gläschens zwischen 65 und 66 g liegen muß. Wir lassen also 65 g stehen und legen nunmehr das 0,5 g-Stück und, da dieses zu wenig, weiter 0,2 und, weil diese noch nicht genügen, 0,1 auf. 65,8 ist zu schwer, es kommt also 65,75, d. h. nach Entfernung von 0,1 ein 0,05 g-Stück an die Reihe. Der Zeiger geht nach links, ein Zeichen, daß letzteres zu reichlich bemessen ist. Wir entfernen dasselbe mit der Pinzette — die Gewichte sind so eingerichtet, daß sie bequem gefaßt werden

können — und legen 0,02, da diese zu wenig, nochmals 0,02 g auf. Auch dabei schlägt die Wage nach rechts aus, also 65,75 war zu viel, 65,74 ist zu wenig, wir müssen mithin den Rest durch die Milligramme austarieren. Zu diesem Zwecke befindet sich oben am Wagebalken auf einem besonderen, linealähnlichen Streifen aus Messing oder „Elfen“bein, von der Mitte ausgehend, nach rechts und links eine Einteilung von 1 bis 10 in $^1/_{10}$ oder $^2/_{10}$. Weiterhin bemerken wir dicht hinter der Scheibe oben an der Vorderwand der Wage ein an einem langen Stiele verschiebbares, kurbelartiges Instrument, das an seinem Ende einen geradeaus nach links führenden, kurzen Messingstift trägt. Dieser Messingstift paßt beim Umklappen genau auf das „Lineal“ mit der Skala auf.

An diesen Messingstift bringen wir nun die Kopfschleife eines sogenannten Reiterchens, d. h. eines äußerst feinen, aus Platindraht gefertigten Gewichtes, von dem mehrere jedem Gewichtssatze beigegeben sind, schieben dieses über die 5 des Lineals und hängen es so auf, daß es fest sitzt; der Hebel wird darauf in seine ursprüngliche Lage zurückgebracht. Der Zeiger der Wage schlägt noch nach rechts aus, ein Zeichen, daß die 5 mg nicht genügen; wir rücken also das Reiterchen in der geschilderten Weise auf 7, letzteres ist zu viel, 6 zu wenig. Endlich finden wir, daß die Wage bei 6 und 3 Teilstrichen ständig ebensoviel nach links wie nach rechts ausschlägt. Das Gewicht des Gläschens betrug folglich 65,746 und, da der Zwischenraum der großen, numerierten Teilstriche des Lineals nur 4 kleinere trägt, mithin in $^2/_{10}$ eingeteilt ist, nochmals 6, insgesamt 65,7466 g.

Wie schon vorher erwähnt wurde, stellt man das zu wägende Material, um es auf die Temperatur des Wageraumes bzw. der Wage zu bringen, im Exsikkator längere Zeit neben die Wage hin.

Bestimmung des spezifischen Gewichtes.

a) Mit der Westphalschen Wage. Auf einem runden Metallfuße F, der durch Schrauben in die horizontale Lage gebracht werden kann, befindet sich ein Stativ mit hohlem Leitungsrohr L. In diesem letzteren kann der den Wagebalken tragende Messing-

stab T auf und nieder geschoben bzw. durch die Schraube P beliebig hoch eingestellt werden.

Der auf der Achse H ruhende Wagebalken trägt auf der rechten Seite neben den für das Aufhängen der Gewichte angebrachten Einkerbungen die Zahlen von 1 bis 10, während auf

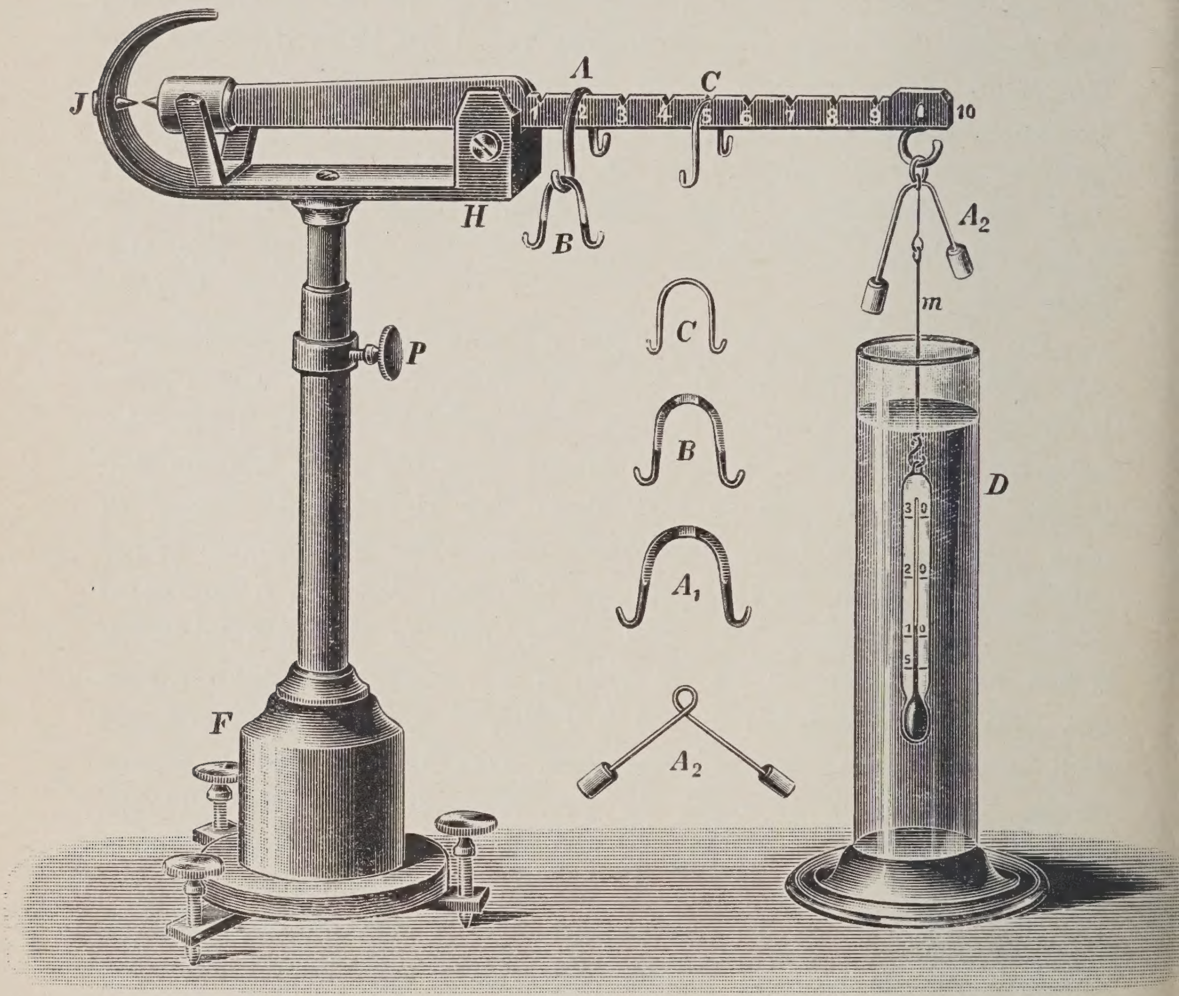


Fig. 117.
Mohr-Westphalsche Wage zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten.

der linken in derselben Horizontalen eine Spitze bei J sich befindet, die zum Einstellen als Nullpunkt bei den Wägungen dient. An der rechten Spitze des Wagebalkens wird in den dort befindlichen Haken ein kleines Thermometer von 40 mm Länge und 5 mm Durchmesser mit einer Marke für die Normaltemperatur von 15° C an einem Platindraht m aufgehängt, der das als Senkkörper benutzte Thermometer in einen Zylinder von 80 ccm Inhalt

derart eintaucht, daß es ganz frei beweglich ist, nirgends an den Seiten anstößt (s. Fig. 117).

Zur Benutzung der Wage wird der Wagebalken so in das Stativ gelegt, daß die Zapfen genau in H einpassen, und die Wage durch die Fußschrauben horizontal gestellt. — Zu diesem Behuf ist an jedem Instrumente eine kleine Wasserwage angebracht. — Man senkt darauf das an der rechten Spitze des Wagebalkens aufgehängte Thermometer in die auf 15 ° C temperierte Flüssigkeit in D so weit ein, daß bei horizontaler Lage des Wagebalkens die über dem Thermometer befindliche Öse nebst dem unten umgeschlungenen Platindraht eben noch in die Flüssigkeit eintaucht.

Der Punkt, bis zu welchem der Platindraht eintauchen soll, ist nötigenfalls durch vorheriges Einstellen in destilliertes Wasser von 15 ° C derart zu ermitteln, daß durch Einhängen des Gewichtes A_2 (s. Fig.) genaue Tara hergestellt wird. Die Einstellung bewirken wir durch die Schraube P.

Hängt das Thermometer so bis zur richtigen Tiefe in einer Flüssigkeit, welche leichter als Wasser ist, wobei natürlich A_2 vom Haken des Wagebalkens entfernt werden muß, so setzt man in die auf dem letzteren angebrachten Einkerbungen so viel von den Gewichten A_1, B, C auf, bis der Wagebalken wieder in die horizontale Lage gebracht ist, d. h. seine Spitze auf J einspielt. Die Gewichtsstücke, welche die Form von Reitern mit einer Schärfe in der Mitte besitzen, um mit dieser auf den tiefsten Punkt der Einkerbungen gehängt werden zu können, sowie Haken an den Enden haben, damit sie sich bei wiederkehrenden Dezimalen, (z. B. 0,88) aneinander hängen lassen, sind so austariert, daß die drei größten (A_1, A_2, A_3) gleich sind dem Gewicht des vom Thermometer bei 15 ° C verdrängten destillierten Wassers, B ist = 0,1 von A, C = 0,1 von B bzw. 0,01 von A. Der größte Reiter bedeutet dabei die erste, B die zweite, C die dritte Dezimalstelle. Würde also A bei einer Flüssigkeit, die leichter ist als Wasser, auf der Einkerbung 8, B auf 7 und C auf 3 hängen, so betrüge das spezifische Gewicht derselben 0,873; hingen A und C bei 5, B bei 8, so wäre letzteres = 0,585. So können wir auch ein weiteres Gewicht, welches = 0,1 von C ist, hinzunehmen und die spezifische Schwere der Flüssigkeit bis auf die vierte Dezimale bestimmen.

Bei Flüssigkeiten, die schwerer sind als destilliertes Wasser, wird der mit einer Öse versehene große Reiter A_2 in den vorderen

Haken des Wagebalkens eingehängt; er repräsentiert alsdann ein spezifisches Gewicht von 1,0. Die Dezimalstellen werden wieder, wie vorher geschildert, durch A_1, B und C austariert. So bedeutet beispielsweise die in der Figur 117 dargestellte Zusammenstellung = 1,225.

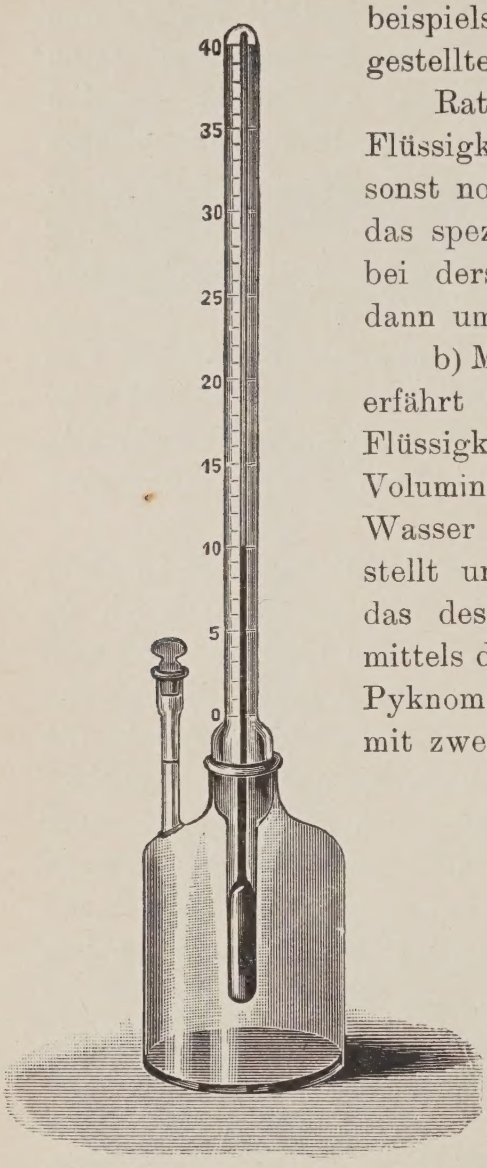


Fig. 118.
Pyknometer.

Ratsam ist es, die zu untersuchende Flüssigkeit immer auf **15⁰** C zu bringen, sonst notiere man die Temperatur oder stelle das spezifische Gewicht destillierten Wassers bei derselben Temperatur fest und rechne dann um.

b) Mit dem Pyknometer. Am genauesten erfährt man das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit, wenn man das Gewicht gleicher Volumina von dieser und von destilliertem Wasser bei derselben Temperatur feststellt und das Gewicht der ersteren durch das des letzteren dividiert. Das geschieht mittels des Pyknometers. Es stellt ein solches Pyknometer, wie Figur 118 zeigt, ein kleines, mit zwei Öffnungen versehenes Glaskölbchen dar. In die eine Öffnung ist ein Thermometer eingelassen, während die andere durch ein gut eingeriebenes Glasstöpselchen geschlossen werden kann.

Zunächst wird das Gewicht des sauberen, trockenen Pyknometers festgestellt und ein für allemal notiert; ab und zu vorgenommene Kontrollwägungen können nichts schaden. — Wir spülen zu diesem Behuf das Instrument mit verdünnter Salzsäure und genügend destilliertem Wasser aus, verdrängen das Wasser durch Alkohol, diesen durch Äther, beseitigen die letzten Spuren des Äthers durch Einleiten von trockener Luft, lassen im Trockenschrank trocknen (kleinen Stöpsel neben das Pyknometer legen), im Exsikkator erkalten und wägen, nachdem der Stöpsel aufgesetzt ist.

Inzwischen haben wir von der Flüssigkeit, deren spezifisches Gewicht bestimmt werden soll, einige Zeit vorher ein Quantum neben einem Becherglas mit destilliertem Wasser im Zimmer dicht an der Wage aufgestellt, und es zeigt uns ein in beide gehaltenes Thermometer, daß sie die Temperatur des Zimmers angenommen haben. Nun füllen wir, indem wir das Thermometer und den Stöpsel herausnehmen bzw. lüften, den Innenraum des Pyknometers mit der zu untersuchenden Flüssigkeit vollständig an (es dürfen keine Luftblasen bleiben), tupfen oder wischen jede Spur außen anhaftender Flüssigkeit ab (das Pyknometer muß ganz trocken sein), lassen das Pyknometer noch etwa $^1/_4$ Stunde stehen und wägen dann bis auf 0,1 mg genau. Das so erhaltene Gewicht weniger dem des Pyknometers ergibt das Gewicht der Flüssigkeit.

Die Flüssigkeit wird ausgegossen, das Pyknometer gründlichst mit salzsaurem, destilliertem Wasser gereinigt, mit Aqua dest. nachgespült — man verwendet dazu einen Teil des zur Gewichtsbestimmung hingestellten Materiales (mit der Pipette aufsaugen, das Glas **nicht mit der Hand** anfassen!) —, in der vorher beschriebenen Weise mit einer neuen Portion Aqu. dest. beschickt, außen abgetrocknet und gewogen.

Fänden wir nunmehr bei 18,2 ° C 22,0436 g
10,9872 g
11,0564 g, während wir
vorher erhielten (bei 18,2 ° C) 22,0898 g
10,9872 g
11,1026 g, so würde das spezifische Gewicht der Flüssigkeit 11,1026 : 11,0564 = 1,0004 betragen.

Das Pyknometer wird innen (im Trockenschrank) getrocknet und im Exsikkator aufbewahrt.

Gleichwie bei den Planktonten des Meeres (Schütt, Brandt), stoßen wir auch bei den eulimnetischen Organismen des Süßwassers auf eine stattliche Anzahl Einrichtungen, um A) durch Erhöhung des Reibungswiderstandes, B) Verminderung des spezifischen Gewichts u. a. m. die Schwebfähigkeit zu vergrößern. Diesen Zwecken dienen nach Klunzinger, Ztschr. f. Fisch., V, 5 u. 6, S. 168 ff.:[1])

A) Vereinigungen zu ganzen Verbänden (Stöcken, Kolonien), die — das gilt übrigens auch von der Form des Einzelindividuums bei Rädertieren, Kopepoden, Strudelwürmern, Wassermilben — bald scheiben- (Clathro-, Mikrocystis, Merismopedia, Pediastrum), bald kugel- (Gloio-

---

[1]) B. Schorler u. J. Thallwitz a. a. O., S. 84/85.

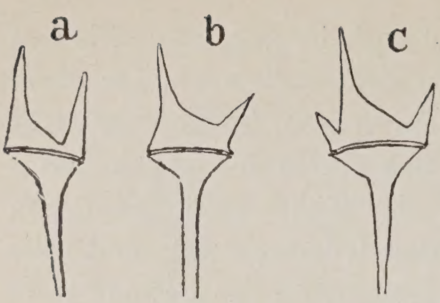


Fig. 119.
Ceratium hirudinella.
Nach Lauterborn.
(a Warmwasser-, b Übergangs-, c Kälteform.)

trichia, Volvox, Eudorina, Pandorina, Conochilus volvox, die meisten Eier und Cysten), bald wieder ketten-, band-, fadenförmig sein (Synedra, Anabaena, Melosira, Fragillaria, Diatoma), endlich baum- (Dinobryon) oder sternförmige Stöcke (Asterionella) bilden können. — Hauptmittel zur Vergrößerung der spezifischen Reibung sind jedoch allerlei Fortsätze: Anhänge, Stacheln, die ihrerseits wieder Nebenfortsätze, Borsten usw. tragen können.

Sehr wichtig und interessant ist der früher bereits von Lauterborn, Zacharias, Apstein, Seligo[1]) u. a. m. beschriebene, jüngst von W. Ostwald jun.[2]) näher studierte Saisonpolymorphismus bei Planktonten: Niedrige Temperatur verlangsamt, verringert bzw. unterbindet nicht bloß die Fortpflanzungsfähigkeit (Dauereier, -cysten), sondern schafft infolge größerer Konzentration und dadurch höheren spezifischen Gewichtes größeren, kompakteren Habitus mit kurzen, breiten, abgerundeten Helmen (Fig. 119 c, 121, 123, 125). Wärme dagegen liefert kleinere, schlankere Formen ev. mit längeren, schmäleren und spitzeren Helmen (Fig. 119 a, 120, 122, 124), bei gleichzeitiger wesentlicher Erhöhung der Vermehrungsfähigkeit: größere Zahl der Eier, kürzere Inkubationszeit und **bedeutend rascherer Eintritt der Geschlechtsreife.** — (Vergl. hierbei auch die Beobachtungen von Schmankewitsch über die Umwandlung von

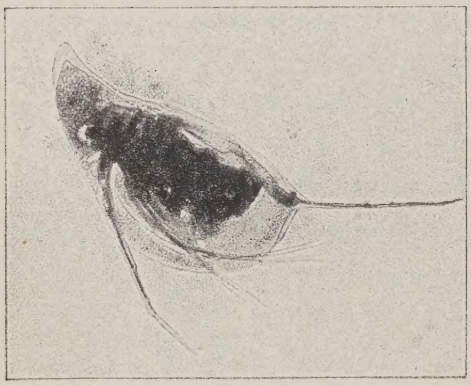


Fig. 120.
Daphnia hyalina. Nach Apstein.
(Warmwasserform.)

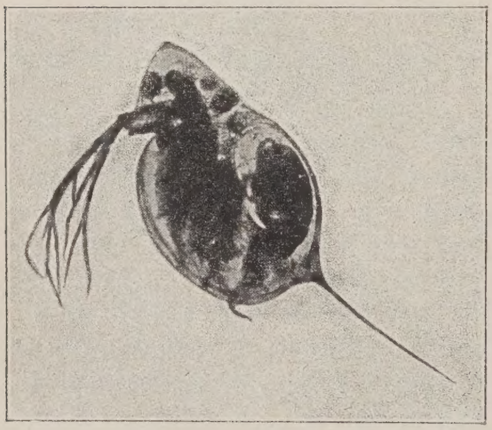


Fig. 121.
Daphnia hyalina. Nach Apstein.
(Kaltwasserform.)

---

1) „Unters. i. d. Stuhmer Seen“, Danzig 1900, Taf. IX u. X.

2) Biol. Centralbl. 1902, Pflügers Arch. f. d ges. Physiol. 1903, Bd. 59, Zool. Jahrb., Abt. f. Syst. usw. 1903, „Exp. Unt. üb. d. Saisonpolymorphismus b. Daphniden“, In.-Diss., Leipzig 1904.

Artemia salina in Milhauseni bei zunehmendem Salzgehalt et vice versa sogar zu Branchipus ähnlichen Formen, „Das Tierreich“, Haussch. d. Wissens, Neudamm, Bd. VIII (I), S. 223—224; weiterhin das, ebenda, S. 225 über die Palaemon-Arten Gesagte.)

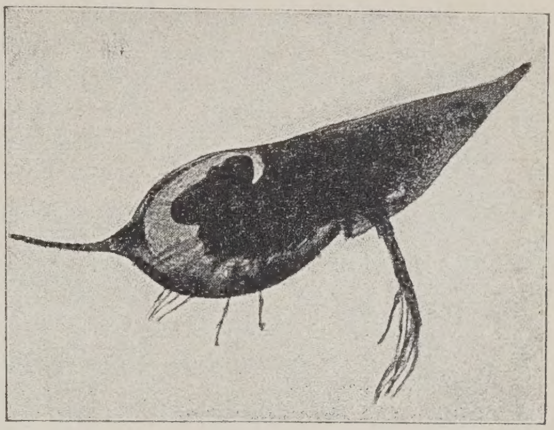


Fig. 122.
Daphnia Kahlbergensis. Nach Apstein.
(Warmwasserform.)

B. Das spezifische Gewicht wird, wie bei den Fischen durch die Schwimmblase[1]) und die Tracheenblasen mancher Insektenlarven (Corethra, Fig. 126), durch Gasausscheidungen oder Gasbehälter verringert. Hierher gehören die Gasvakuolen diverser Amoeben (Difflugia), Sonnentierchen (Actinophrys und Acanthocystis), Rhizopoden (Arcella), sowie die von Richter[2]) ursprünglich als Schwefel angesprochenen, später von Strodtmann und Klebahn richtig gedeuteten roten Bläschen der Wasserblütenalgen (Anabaena, Clathrocystis, Gloiotrichia, Figur 50, 59 u. a.).[3]) — Fadenalgen werden in gleicher Weise durch die während der Assimilation sich bildenden, wie Oscillarien-, Diatomeenfladen u. a., durch die unter ihnen entstehenden Gase an die Oberfläche emporgehoben, wo sie ihrerseits eine „Wasserblüte“ bilden (Schikora, Buchenau, S. 269).

Fig. 123.
Daphnia Kahlbergensis. Nach Apstein.
(Kaltwasserform.)

Zur Verringerung des spezifischen Gewichtes dienen ferner: Fett (Botryococcus, Diatomeen, Flagellaten, Krustazeen- und Rädertierkörper wie Eier). Gallertbildungen im Gewebe und Vakuolen: Süßwasserradiolarien mit blasig-schäumiger Rindenschicht (Sonnentierchen), manche Eier von Rotatorien (Bipalpus), Infusorien (Trachelius ovum) und gewisse zarte Krustazeen (Leptodora). Ihre Hauptrolle spielen die Gallertbildungen aber als

[1]) A. Jäger, „Die Schwimmblase der Fische“, Allg. Fisch.-Ztg., XXVIII, No. 7 u. 8

[2]) Ploener Berichte 1894, S. 43.

[3]) Ebenda, III, S. 170 ff., IV, 189—206.

Bindemittel zwischen den Einzelindividuen einer Kolonie (Clathrocystis, Volvox, Eudorina).

Über den **osmotischen Druck** und seine Wirkungen auf die Organismen habe ich in den voraufgegangenen Kapiteln schon verschiedentlich mich geäußert (s. S. 54 ff., 204 usw.); leider fehlt uns noch immer eine zuverlässige Bestimmungsmethode für denselben, so daß wir entweder zur Berechnung (s. K. Brandt, Wiss. Meeresunters., n. F., III., Abt. Kiel, S. 64, Fußn., W. Ostwald, „Chem.-techn. Hilfstabellen“, 3. Aufl.) oder zur indirekten Bestimmung mittels der Gefriermethode nach Beckmann (Lassar-Cohn, „Arbeitsmeth. f. org. Laboratorien“, „Der Chemikerkalender“, T. II, S. 43) greifen müssen (cfr. Rosenfeld-Breslau, Jahrb. Schles. Fisch.-Ver. 1903, Breslau 1904, S. 81).

Fig. 124.
Eubosmina coregoni form. gibbera.
Nach Apstein.
(Warmwasserform.)

Hier will ich kurz auf ein anderes, kaum minder wichtiges Moment hinweisen: Betrachten wir uns unsere Süßwasserfische zur Laichzeit etwas näher, so finden wir bei fast allen neben Verdickungen und oft recht beträchtlichen Wucherungen des Epithels, Körnchenbildungen usw. ungemein lebhafte Färbungen, Tinten, wie wir sie sonst nur durch starke Reizung der Chromatophoren hervorrufen können. Dazu kommen irisierende Plättchen u. a. m., kurz, eine Menge von Schmuckfarben, Bändern usw. Zu den zu dieser Zeit am stärksten geschützten Fischen gehört neben dem Stichling und dem Frauennerfling[1]) unsere Elritze. Merkwürdigerweise treten die genannten „untrüglichen Kennzeichen des Fortpflanzungsgeschäftes“ aber vorwiegend in stark strömenden Gebirgsbächen mit kiesigem Untergrunde oder dort auf, wo Minze (Mentha) wuchert. In den Rinnsalen und Teichen der Ebene, wie auch in Sümpfen und Morasten — hier findet sich eine besondere Varietät des Phoxinus — sind dagegen die Wucherungen des Epithels schwächer, fehlen beispielsweise die Körnchen am Kopf und auf den Flossen selbst beim ♂ recht häufig, verblassen die Farben oftmals ganz. Dasselbe gilt vom Gründling, Döbel, der Schmerle und Barbe. Früher habe ich nun angenommen, daß diese bedeutenden

Fig. 125.
Eubosmina coregoni form. intermedia.
Nach Apstein.
(Kaltwasserform.)

[1]) Vergl. die wunderschönen Abbildungen von Heckel, Verh. zool.-bot. Ver., Wien 1853, II, S. 69, Taf. 11 u. 12.

Unterschiede im Habitus einzig durch den von der starken Strömung, der Reibung an den Steinen, niedrigeren Temperatur u. a. m. ausgelösten Reiz hervorgerufen werden; später kam ich auf den höheren Sauerstoffgehalt, dem ich auch jetzt noch einen wesentlichen Anteil dabei zuschreibe, nachdem neuere Untersuchungen in den Bächen der Beskiden abermals zeigten, daß schon ganz geringfügige Änderungen in jenem die Scharen zur Unterbrechung des Laichgeschäftes und zur Wanderung stromaufwärts veranlassen. Daneben und in Verbindung mit den namhaft gemachten Faktoren scheint mir bei diesen Vorgängen aber auch die Konzentration des Wassers ein Wörtlein mitzureden. Wir haben in der norddeutschen Tiefebene dicht nebeneinander liegende Gräben, Tümpel und Becken von annähernd gleicher Beschaffenheit die helle Menge, trotzdem laichen die Fische in den einen weit früher als in den anderen, und gerade der Umstand, daß reichliche Einschwemmungen das Laichgeschäft zu unterbrechen pflegen, verdient meines Erachtens Berücksichtigung.

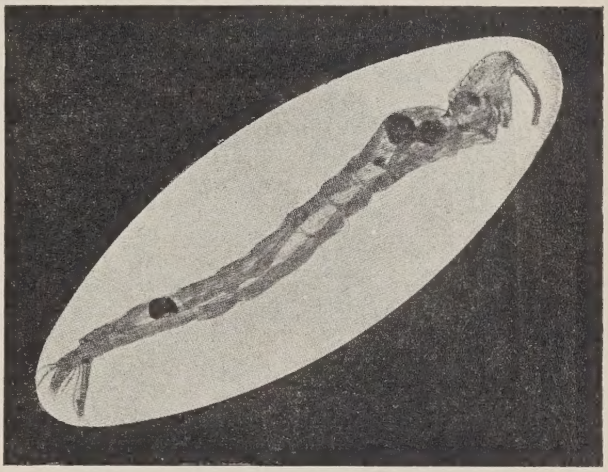


Fig. 126.
Larve der Büschelmücke (Corethra).
Nach Walter.

Als ganz hervorragend schädlich erweisen sich nach Mahnkopf u. a. die Schmelzwässer insofern, als ihnen ganze Bestände, namentlich von bestimmten Spezies, zum Opfer fallen, die bis dahin gut durch den Winter gekommen waren. Daß die schützende Schleimabsonderung bei den Cypriniden, Barschen usw. im Winter nicht übermäßig stark ist, wissen wir. Als Äquivalent dafür tritt, gleichwie bei den Fröschen (F. Leydig) und den Salmoniden, in bestimmten Gewässern die Wucherung des Epithels auch bei Cypriniden schon frühzeitig (im Herbste) auf (Knauthe, Zool. Garten 1888, Noll, ebenda). — In dieser Epithelwucherung erblicke ich nun ein Schutzmittel gegen den osmotischen Überdruck gerade des Schmelzwassers.

IV. Chemische Bestimmungsmethoden.

I. Gesamtstickstoff nach Kjeldahl.

Von der in der vorher geschilderten Weise gleichmäßig gemischten und recht fein gemahlenen bzw. in einen homogenen Brei verwandelten Substanz werden aliquote Mengen — bei tierischen Produkten und recht eiweißreichen Pflanzensamen (Leguminosen) weniger, bei anderen vegetabilischen mehr — in einen Aufschließkolben abgewogen (Fig. 127), mit einigen Tropfen einer konzentrierten Kupfersulfatlösung (als Kontaktsubstanz), ferner 10 ccm stickstofffreier, konzentrierter Schwefelsäure versetzt, anfangs, d. h. bis zur völligen Zersetzung der organischen Massen, bei kleiner, dann mit voller Flamme erhitzt, bis die Flüssigkeit hellgelb geworden ist, endlich, noch siedend heiß **(Vorsicht, Öffnung des Aufschliesskolbens vom Körper weghalten!)**, mittels geringer Dosen übermangansauren Kalis oxydiert. Das ist erreicht, sobald die Flüssigkeit braun bzw. braungrün erscheint.

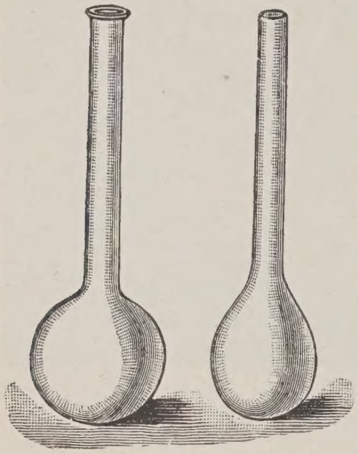


Fig. 127.
Kolben für die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl.
(Paul Altmann, Berlin.)

Zur Beseitigung der hierbei, wie bei der Aufschließung der für die Phosphorsäurebestimmung abgewogenen Substanz auftretenden, für die Respirationsorgane lästigen Dämpfe erfolgt der geschilderte Prozeß zweckmäßig unter einem mit einer Lockflamme versehenen Abzuge (Fig. 128).

Sollten sich während des Aufschließens Kohlepartikelchen, Spritzer usw. oben am Halse des Kolbens und in diesem selbst festsetzen, so sind dieselben in der Seite 409 angegebenen Weise durch vorsichtiges Schütteln während des Kochens herunterzuholen.

Nach der Oxydation läßt man erkalten, versetzt mit stickstofffreiem Wasser,[1]) füllt nach abermaligem Erkalten in eine

---

[1]) Gleich der konzentrierten Schwefelsäure, Natronlauge usw. enthält auch das käufliche destillierte Wasser vielfach Stickstoff (1 bis 2 mg pro Liter), ein Umstand, welcher bei subtilen Analysen

Kochflasche über (Fig. 25), spült den Aufschließkolben zwei- bis dreimal mit geringen Mengen desselben Wassers nach, wobei man, um die etwa am und im Halse festsitzenden Stickstoffquantitäten mitzufassen, den Kolben während des Überfüllens ständig dreht, versetzt in der Seite 172 und Figur 31 skizzierten Weise mit konzentrierter Natronlauge, gibt eine bis zwei Zinkspiralen zu, schließt rasch den Gummistopfen a (Fig. 26) und verfährt weiter, wie Seite 171 angegeben. — Die Berechnung ist dieselbe. Durch Multiplikation der Stickstoffzahlen mit 6,25 erhalten wir die Daten für das Rohproteïn.

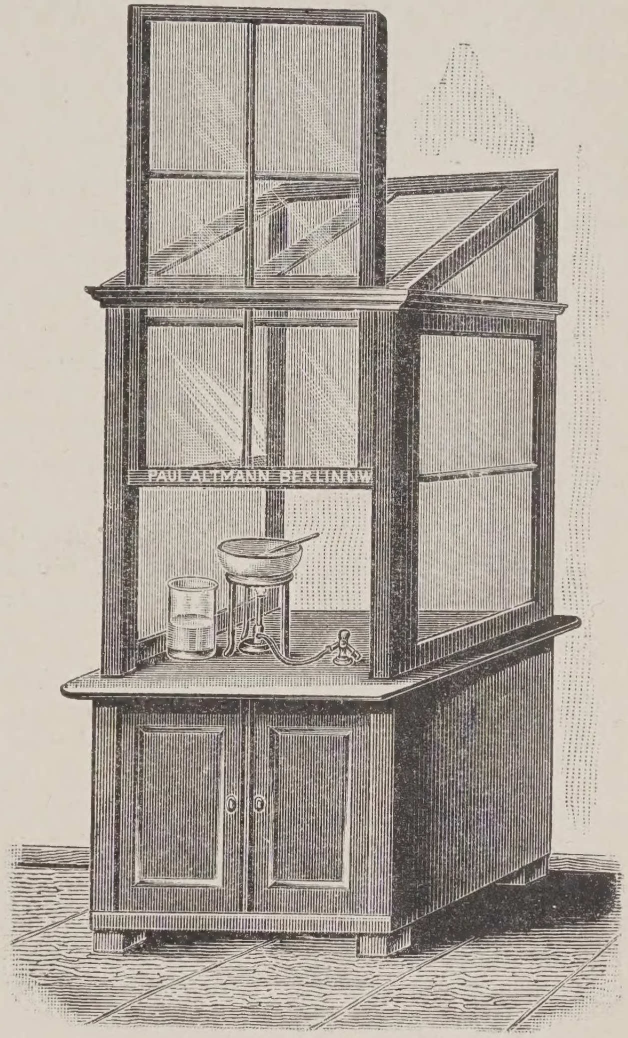


Fig. 128.
Laboratoriumsabzug.

Die Stickstoff-Bestimmungen sind stets doppelt anzusetzen und, wenn die Resultate um mehr als 1 % differieren, zu wiederholen.

Bei einem stark zellulose- und kohlehydratreichen oder sehr fetthaltigen Material empfiehlt es sich übrigens, die Substanz unter öfterem Umschwenken bei Zimmertemperatur erst durch die Schwefelsäure zersetzen zu lassen, bevor wir mit dem Erhitzen beginnen (s. a. S. 447). In diesen Fällen dürften auch die zugefügten 10 ccm konzentrierter Schwefelsäure oft nicht ausreichen, die Substanz vollständig aufzuschließen, vielmehr wird sich sehr bald am Boden des Kolbens ein gleichmäßig verkohlter, fester Kuchen bilden. Wir müssen alsdann weitere 5 bis 10 ccm konzentrierte Schwefelsäure und

---

natürlich zu berücksichtigen ist. — Zu beachten ist ferner, daß saure Flüssigkeiten aus einer ammoniakhaltigen Atmosphäre nicht unbeträchtliche Mengen dieser Substanz aufnehmen können.

demgemäß, um alles schwefelsaure Ammoniak latent zu machen, vor der Destillation mindestens 75 ccm konzentrierte Natronlauge zu der Flüssigkeit in der Kochflasche geben (Lackmuspapier!).

Zum Abwägen genau gleicher Mengen von einer Substanz bedient man sich zweckmäßig der Wägeschiffchen aus Aluminium, wie sie Paul Altmann oder Max Kähler & Martini-Berlin wohlfeil liefern (Fig. 129). Man stellt ein solches Schiffchen auf die linke Schale der Wage, tariert es genau aus und legt nun 0,5 bzw. 1 g mehr auf die rechte Seite, als dem Gewicht der Tara entspricht. Hierauf öffnet man die vordere Glaswand der Wage und läßt, **ohne in sie zu hauchen,** von einem Nickellöffelchen zuerst größere Mengen, schließlich nur mehr Spuren der Substanz in das Schiffchen fallen (nichts auf die Wagschale werfen!), bis die Wage genau so viel nach links wie nach rechts ausschlägt. — Sollte ein Überschuß auf das Schiffchen gekommen sein, so arretiert und nimmt man mit der Pinzette oder dem Pinsel ab. — Haben wir die richtige Menge getroffen, so entfernen wir nach vorheriger Arretierung der Wage das Schiffchen, bringen die Spitze desselben in den Hals des Aufschließkolbens und fegen die Subtanz mit einem kleinen Pinsel in diesen hinein. (Am Halse festsitzende Partikelchen in den Bauch hinunterspritzen!)

Fig. 129.
Wägeschiffchen.
(Paul Altmann, Berlin.)

Sollte es uns dagegen nicht auf egale Portionen ankommen, so nehmen wir, nachdem wir die Substanz + Wägegläschen vorher gewogen, einen aliquoten Teil mit einem Löffelchen heraus, bringen ihn auf ein Stück bestes schwedisches Filtrierpapier, wickeln ihn in dieses ein (Löffel gut abwischen, das Wischpapier mit in die „Patrone“ geben!) und werfen letztere in den Kolben hinein. (Selbstverständlich muß das Wägeglas nun wieder genau austariert werden.)

Daß wir hier, je nach dem Gehalt bzw. der mutmaßlichen Zusammensetzung der betreffenden zu untersuchenden Substanz, mehr oder weniger Schwefel- bzw. Salzsäure in den Erlenmeyer-Kolben der Vorlage geben müssen, liegt auf der Hand; einen guten Anhalt dafür bieten uns die Tabellen von Stutzer in dem Landwirtschaftlichen Kalender von Mentzel und v. Lengerke, Teil I, Seite 93 ff. — Haben wir beispielsweise ein rein tierisches Plankton, speziell Daphnien, so werden wir 9,9 bis 11,6 % N (pro 1 g Trockensubstanz also 99 bis 116 mg oder 50 bis 60 mg pro 0,5 g) in Rechnung zu stellen und demgemäß die Vorlage zu beschicken genötigt sein.

IA. Wasserlöslicher Stickstoff.

Schon wiederholt wurde betont, daß es für unsere speziellen Zwecke weit weniger auf den in einem Substrate enthaltenen Stickstoff an und für sich, als auf die leichte Wasserlöslich- und

Verdaulichkeit desselben ankommt. Da nun an dieser Lösung im ersteren Falle neben gewissen „Fermenten“ (im Sinne von Weber-Bremen) auch eine ganze Reihe von Bakterien, Pilzen u. a. m. beteiligt sind, und deren Menge und Hunger (Virulenz) in den einzelnen Gewässern oft gewaltig differieren, werden wir von Fall zu Fall mit dem zu düngenden Wasser operieren, gleichzeitig aber den in ihm vorhandenen Umsetzungsmikroben Wucherbedingungen schaffen müssen. Wir versetzen also in einem innen allseitig mit einer ganz dünnen Schicht von festem Paraffin überzogenen Becherglase (mit Ausguß) etwa 1 g der gut gemischten, sehr fein gepulverten Substanz mit 250 bis 500 ccm des betreffenden Wassers, lassen unter häufigem Umrühren 24 bis 48 Stunden und länger bei ca. 23 bis 25 ^{0} C stehen, filtrieren und bestimmen in dem gehörig mit Aqu. dest. ausgewaschenen Rückstande den Stickstoff. — Bei den animalischen Substraten, deren absolutes Trockengewicht vorher ermittelt wurde, genügt in der Mehrzahl der Fälle für praktische Zwecke übrigens ein Zurückwägen des nach dem Auswaschen bis zur Gewichtskonstanz getrockneten, ungelösten Restes vollkommen.

Im Anschluß an das von den Mongolen und bei uns zulande von P. Morcinek-Teschen geübte Verfahren möchte ich vorschlagen, eine zweite Serie von Bechergläsern, außer mit dem betreffenden Teichwasser und eventuell Kalk und Phosphorsäure, noch mit geringen Mengen einer Aufschwemmung von bester, alter Kultur-, Garten- oder Impferde, eventuell in mehreren Raten, zu beschicken. (Aus den früher entwickelten Gründen muß das Material im Winter natürlich aus dem Warmhause entnommen werden.) Wie die Tabelle auf Seite 514 zeigt, wird die Löslichkeit des Stickstoffs durch diese Materialien wesentlich erhöht (s. a. S. 174 u. a.). — Weit interessanter, eindeutiger gestalten sich die Resultate natürlich dann, wenn wir anstatt derartiger Mischkulturen von allerhand (nützlichen und unnützen) Bakterien, Hefe-, Sproß-, Schimmelpilzen usw., wie sie solche Bodenaufschwemmungen eben einzig liefern können, die nach Kapitel V gezüchteten Reinkulturen ganz bestimmter Spaltpilzarten usw. in sterilisiertem Wasser auf die Substrate einwirken lassen und nicht bloß den durch jede einzelne erzielten Grad der Wasserlöslichkeit konstatieren, vielmehr die dabei im gelösten Material entstehenden Produkte chemisch und biologisch prüfen.

Substanz	Art des Wassers	Zugesetztes Material	Dauer des Versuches Std.	Belichtung	Temperatur 0 C	Stickstoff insgesamt cg pro g Substanz	Stickstoff davon gelöst %	Mittel aus wieviel Bestimmungen?
Fattingers Blutmehl	Sehr weiches, alkalisch reagierendes Wasser aus Waldteich	ohne	48	diffus	20—22	14,69	44	4
		1/2 g CaO . . .	„	„	„	„	54,2	3
		1/2 g Präzipitat	„	„	„	„	66,4	4
		1/2 g Gartenerde	„	„	„	„	72	4
		1/2 g Impferde	„	„	„	„	76	4
Hamburger Kadavermehl	Weich, alkalische Reaktion	ohne	48	diffus	18—21	8,92	26,3	4
		1/2 g Präzipitat	„	„	„	„	27,6	4
		1/2 g Impferde	„	„	„	„	36	4
		1 g „	„	„	„	„	42*)	3
Geestemünder Fischmehl	Weich, alkalische Reaktion	ohne	60	diffus	18—22	9,24	32,3	3
		1/2 g Präzipitat	„	„	„	„	44,7	3
		1 g komp. Schlamm	„	„	„	„	58	3
		1 g komp. Mist	„	„	„	„	65	3

*) Hier hatte das Fett, obwohl es nicht ranzig war, stark antibakteriell gewirkt. Bei einem ranzigen und einem aus „Formol"-Fischen hergestellten Präparat trat keine Erhöhung der Löslichkeit bei Anwendung von Impferde bzw. Diatomeen- und Krustazeenextrakt ein.

IB. Reineiweiß nach Stutzer.[1])

Da bei der Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl das „Rohproteïn" in seiner Gesamtheit gefunden wird, welches außer dem wirklichen Eiweiß noch stickstoffhaltige Nichtproteïnkörper (Amide usw.) enthält, und diese letzteren jenem in bezug auf ihren physiologischen Wert durchaus nicht gleich zu achten sind,[2]) gebe ich hier die Methode von Stutzer zur Bestimmung des Reineiweiß wieder. Dieselbe beruht darauf, daß die Eiweißstoffe mit Kupferoxydhydrat in neutralen oder sehr schwach sauren

[1]) Journ. f. Landwirtsch. 1881, S. 473, Repert. f. anal. Chemie 1885, S. 162.

[2]) O. Kellner, „D. Ernähr. d. landw. Nutztiere", Berlin 1906.

Flüssigkeiten unlösliche Verbindungen bilden, während die Kupferverbindungen der Nichtproteïne gelöst bleiben.[1])

Zu diesem Zwecke wird 1 g der wie bei I vorbereiteten Substanz in einem Erlenmeyer-Kolben mit 10 ccm Aqu. dest. aufgekocht, bzw. bei stärkemehlhaltigen Materialien 10 Minuten lang im Wasserbade erwärmt. Hierauf gibt man einige Kubikzentimeter einer gesättigten Alaunlösung und 0,3 bis 0,5 g Kupferoxydhydrat im aufgeschlämmten Zustande mit einer Pipette zu, filtriert nach dem Erkalten, wäscht gut aus, trocknet eventuell den Filterrückstand und macht in demselben schließlich eine Stickstoffbestimmung nach der gewöhnlichen Kjeldahl-Methode. Die Berechnung ist dieselbe, wie Seite 171 angegeben.

Der Filterrückstand enthält also die unlöslichen Kupferverbindungen des eigentlichen Eiweißes, das Filtrat die löslichen der Nichtproteïne. — Der Alaunzusatz ist besonders bei den an phosphorsauren Alkalien reichen Substraten erforderlich. Derselbe bewirkt eine Zersetzung der letzteren in unlösliche, phosphorsaure Tonerde und schwefelsaures Alkali, während ohne Zusatz von Alaun aus jenen in Gegenwart von Kupferoxydhydrat phosphorsaures Kupfer und freies Alkali entsteht; dieses vermag die Kupferverbindungen der Eiweißstoffe aufzulösen. — Das Auswaschen des Niederschlages geschieht mit heißem Wasser, und zwar so lange, bis das Filtrat keine Kupferreaktion (s. No. IV b) mehr gibt — gewöhnlich genügt ein acht- bis zehnmaliges Aufgießen —; Substanzen, die beim Filtrieren Schwierigkeiten machen, saugt man in der hinten unter IV beschriebenen Weise ab.

Das aufgeschlämmte Kupferoxydhydrat wird nach Böckmann in folgender Weise hergestellt:[2]) 100 g Kupfersulfat werden in 5 l Wasser aufgelöst und 2,5 g Glyzerin zugesetzt. Hierauf fällt man das Kupferoxydhydrat mit so viel verdünnter Natronlauge, daß die Flüssigkeit alkalisch reagiert, filtriert den Niederschlag, zerreibt ihn in einer Schale mit Wasser, dem pro 1000 ccm 5 g Glyzerin beigemengt sind, und entfernt durch wiederholtes Filtrieren und Dekantieren die letzten Spuren von Alkali. Der zuletzt auf das Filter gebrachte Niederschlag wird endlich mit Wasser, dem man 10prozentiges Glyzerin hinzugesetzt hat, derart verrieben, daß der-

[1]) K. Bieler und W Schneidewind, „Die agrik.-chem. Versuchsst. Halle a. S.“, Berlin 1892, S. 52/53.

[2]) Böckmann, „Untersuchungsmethoden“, 2. Aufl., Berlin 1888, S. 975.

selbe eine gleichmäßige, mit einer Pipette aufsaugbare Masse bildet. In 10 ccm wird der Gehalt an Kupferoxydhydrat quantitativ bestimmt und das Ganze in gut verschließbaren Flaschen bewahrt (s. „Reagenzien" am Schluß).

Nach Weißbein[1]) und Lindner[2]) kann der quantitative Eiweißgehalt eines Futtermittels kolorimetrisch folgendermaßen bestimmt werden: Man wägt 200 mg der ganz fein gepulverten Substanz ab, schüttet das Pulver in ein zum Einlegen in eine Laboratoriumszentrifuge (Fig. 130) geeignetes Reagenzglas, gibt 10 ccm Aqu. dest. und sechs Tropfen Triacidlösung zu, schüttelt so lange tüchtig, bis das Mehl gleichmäßig verteilt ist, und zentrifugiert nach 2 bis 5 Minuten langer Einwirkung der Farblösung das Mehl wieder aus. Schon ehe man das Glas in die Zentrifuge bringt, kann man sich mit bloßem Auge davon überzeugen, ob die Färbung intensiv genug erfolgt ist. Das Ausschleudern ist in 1 bis 2 Minuten erledigt, und man kann nunmehr die Farblösung bis fast auf den letzten Tropfen von dem den konischen Boden des Gläschens ausfüllenden Satze abgießen.

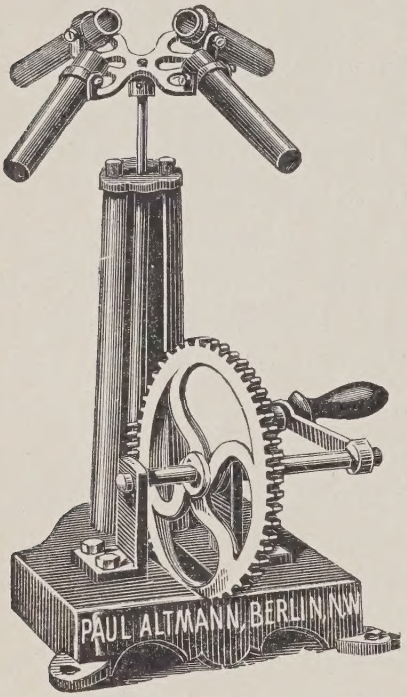


Fig. 130.
Handzentrifuge.

Hat man auf diese Weise verschiedene Substrate behandelt, so vermag man schon auf den ersten Blick die Differenzen im Eiweißgehalt zu erkennen. Noch deutlicher werden diese Unterschiede, wenn man nach nochmaligem Aufrühren mit 5 ccm Wasser und wiederholtem Ausschleudern das Mehl mit nur etwa 1 ccm Wasser vermengt, auf steifes, weißes Kartonpapier ausgießt und die Masse recht gleichmäßig in einem vorher aufgezeichneten Kreise von 10 cm Durchmesser ausbreitet. Die Eiweißmassen erscheinen rötlich, die Hüllen außerhalb der Aleuronschicht grünlich oder blau. — Das Resultat hat man in Form von Dauerpräparaten vor sich, denn nach dem Eintrocknen können die Karten mit den grünen und roten Punkten beliebig lange aufbewahrt werden. Außerdem vermag man bei einiger Übung und genügendem Vergleichsmaterial den Eiweißgehalt eines Futtermittels auf diese Weise hinreichend genau einzuschätzen.

Besonders reich an Amiden sind, wie die Zusammenstellung in dem Landwirtschaftlichen Kalender von O. Mentzel und A. v. Lengerke,

---

[1]) Deutsch. Med. Wochenschr. 1902, No. 2.

[2]) „Mikrosk. Betriebsk. i. d. Gärungsgew.", 4. Aufl., Berlin 1905, S. 124.

1. Teil, S. 100 ff. zeigt, Kartoffeln, Rüben, eingesäuerte Rübenblätter, überhaupt Vegetabilien.

IC. Verdauliches Eiweiß.

α) Magensaft nach Stutzer.[1])

Wollen wir die Verdaulichkeit des Eiweißes für die Fische und andere Wassertiere ermitteln, so wägen wir von fettarmen, d. h. weniger als 3 % Fett enthaltenden Materialien — alle anderen müssen vorher entfettet werden[2]) — bestimmte Quantitäten: etwa 5 g der zu einem homogenen Brei verriebenen frischen, nicht getrockneten Planktonten, Ufer- und Grundfauna und -flora, bei Futtermitteln 0,5 bis 1 g der getrockneten, recht fein gepulverten Substanz, in ein Bechergläschen ab, übergießen sie für Forellen, Zander, Barsche, Hechte usw. mit 250 ccm des nach der Vorschrift von Stutzer hergestellten sauren Magensaftes und lassen sie unter häufigem Umrühren bei der für diese Tiere günstigsten Temperatur, also 15 bis 18 für Forellen, 20 bis 24 ° C für Barsche und Hechte,[3]) 2 bis 3 Tage lang stehen, indem wir gleichzeitig während der ersten Stunden, und zwar in Zwischenräumen von 60 Minuten, je 2,5 ccm einer 10prozentigen Salzsäure, also jedesmal 0,1 % HCl, unter Umrühren zufügen, bis der Gehalt der Flüssigkeit an dieser Säure zirka 1 % beträgt.

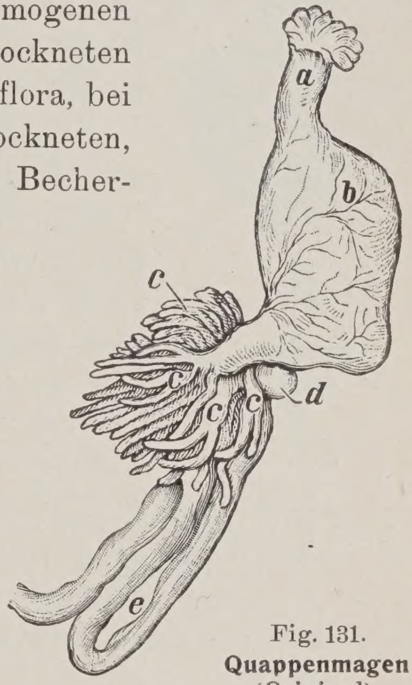


Fig. 131. **Quappenmagen** (Original).
a = Oesophagus, b = eigentlicher Magen, c = Appendices pyloricae, d = Gallenblase.

Nach drei Tagen filtrieren wir durch einen mit ausgeglühtem Asbest beschickten Gooch-Tiegel (Fig. 44) oder ein ebenso

[1]) Landw. Versuchsstationen, 36, S. 321, 37, S. 107.

[2]) Nach Stutzer, Landw. Versuchsstat., 38, S. 277, Jahrb. d. Chem. 1892, S. 281, sind dagegen bei der Einwirkung von saurem Magensaft die Unterschiede zwischen den mit entfetteten und nicht entfetteten Substraten angestellten Versuchen so gering, daß sie als innerhalb der Fehlergrenze liegend betrachtet werden müssen.

[3]) Wenn N. Zuntz, Natw. Wochenschr., n. F., Bd. 4, No. 10, Mitt. Fisch.-Ver. f. d. Prov. Brandenb. 1906, Nr. 3/4 u. a. m., auf die

montiertes Allihn-Röhrchen, welches wir zweckmäßig mit einer Saugflasche verbinden resp. richtiger mittels eines Gummistopfens auf dieselbe aufsetzen (Fig. 143), oder besser noch durch die beifolgend skizzierte Verdauungsbirne (Fig. 132) ab, in welcher sowohl das Material durch Schütteln mit Äther genügend entfettet als auch der Verdauungsversuch angestellt werden kann.

Den Rückstand waschen wir bis zum Verschwinden der Chlorreaktion (s. S. 213) mit destilliertem Wasser aus, bringen ihn mit dem Asbestpfropfen bzw. der Glaswolle quantitativ (Ränder mit Filtrierpapier gut abwischen!) in einen Aufschließkolben und verfahren weiter, wie unter I angegeben.

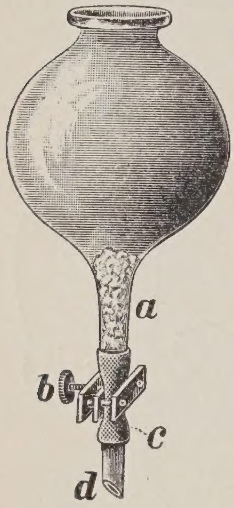


Fig. 132.
Verdauungsbirne.
(a Glaswolle.)

Selbstverständlich werden wir auch in der ursprünglichen frischen Substanz eine Doppelbestimmung des Stickstoffs auszuführen haben. Fänden wir im ersteren Falle pro Gramm Substanz 26,24 mg N und nach dem eben geschilderten Verfahren darin 1,42 mg wieder, so wären 24,82 oder 94,60 % verdaut worden.

Herstellung des Magensaftes nach Stutzer. Mechanisch entfettete, frische, mit kaltem Wasser abgespülte Mägen (Fig. 131) solcher Fische, welche vorher kräftig gefressen hatten, nicht von Hungertieren (am besten von tunlichst zahlreichen aus Wildgewässern), werden, nachdem sie einige Stunden an der Luft gelegen haben, mit der Schere recht fein zerschnitten, in tunlichst wenig chemisch reines Glyzerin geworfen und darin extrahiert bzw. aufbewahrt. Sie halten sich in dem Glyzerin jahrelang unverändert wirksam.

Bei Bedarf versetzt man 20 bis 30 ccm des filtrierten konzentrierten Glyzerinauszuges mit 230 bzw. 220 ccm 0.25 prozentiger Salzsäurelösung, fügt, um etwaige Fäulnisvorgänge hintanzuhalten, einen Thymolkristall zu und verfährt weiter, wie oben angegeben.

Eine fernere Behandlung des Rückstandes der Pepsin- (Magensaft-) Verdauung mit dem von Stutzer[1]) für die Warmblüter empfohlenen Pankreasauszuge ist nach meinen Untersuchungen[2]) beim Fische

---

Ergebnisse meiner früheren Versuche sich stützend, behauptet, daß die Enzyme der Fische bei Warmblütertemperatur nicht mehr wirksam sind, so mag das für **einige** Bewohner unserer Breiten wohl zutreffen, dagegen verdaut der saure Magensaft vom Barsch und Hecht bei + **37 ° C erst recht kräftig.**

[1]) Landw. Versuchsst., 37, S. 111.

[2]) Ztschr. f. Fisch. 1897, 5 u. 6, Fisch.-Ztg., I, S. 354.

ebensowenig notwendig, wie nach den Erfahrungen von G. Kühn[1]) bei jenen. Die mehrtägige Einwirkung des Magensaftes genügt vollkommen, denn sie liefert innerhalb der Fehlergrenzen liegende Werte, wie folgende Daten zeigen:

Substanz	Temp. °C	In 1 g Substanz cg Rohproteïn		Nach drei Tagen verdaut cg Rohproteïn		Bemerkungen
		insges.	davon wasserl.	v. Magensaft allein	v. Magen und Hepatopankreas	
Britzer Kadavermehl (entfettet) . . .	18,4	50,0	16,18	46,2	45,7	Forellenextrakt*)
				45,8	46,4	Barschextrakt
				46,5	46,7	Hechtextrakt
Geestemünder Fischmehl	20	56,0	22,4	49,8	50,2	Barschextrakt
				51,7	50,4	Hechtextrakt

*) s. Fisch.-Ztg., I, S. 401 ff.

β) Hepatopankreas-Extrakt nach Stutzer.[2])

Da die Weißfische (Cyprinidae) einschließlich der Schmerlen (Cobitidinae) bekanntlich keinen Magen mit saurem Safte, also keine Pepsin-, sondern nur eine Trypsinverdauung besitzen,[3]) übergießt man, um die Verdaulichkeit der Substanzen für sie zu eruieren, die wie bei α vorbereitete entfettete Substanz mit 100 ccm des im folgenden beschriebenen Hepatopankreas-Darmextraktes, läßt bei etwa 23 bis 26° C unter häufigem Umrühren zweimal 24 Stunden lang stehen, filtriert, wäscht gehörig aus und verbrennt, wie sub I angegeben.

Herstellung des alkalischen Hepatopankreas-Darmextraktes nach Stutzer. Die Untersuchungen von Legouis

1) E. Wolff, „Anl. z. Unters. landw. Stoffe“, 4. Aufl., S. 119.

2) Knauthe, Ztschr. f. Fisch. 1897, S. 236, Fisch.-Ztg., I, S. 355, 401 u. a. m.

3) L. Homburger, „Zur Verdauung d. Fische“, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1877, S. 561/562, Ch. Richet, „Du suc gastrique chez l'homme et les animaux“, Paris 1878, S. 72/73 u. 81, Arch. d. physiol., X, 536, Pancritius, Mitt. Fisch.-Ver. f. d. Prov. Ostpr. 1885, 2, S. 18, 1899, No. 4, S. 33/34.

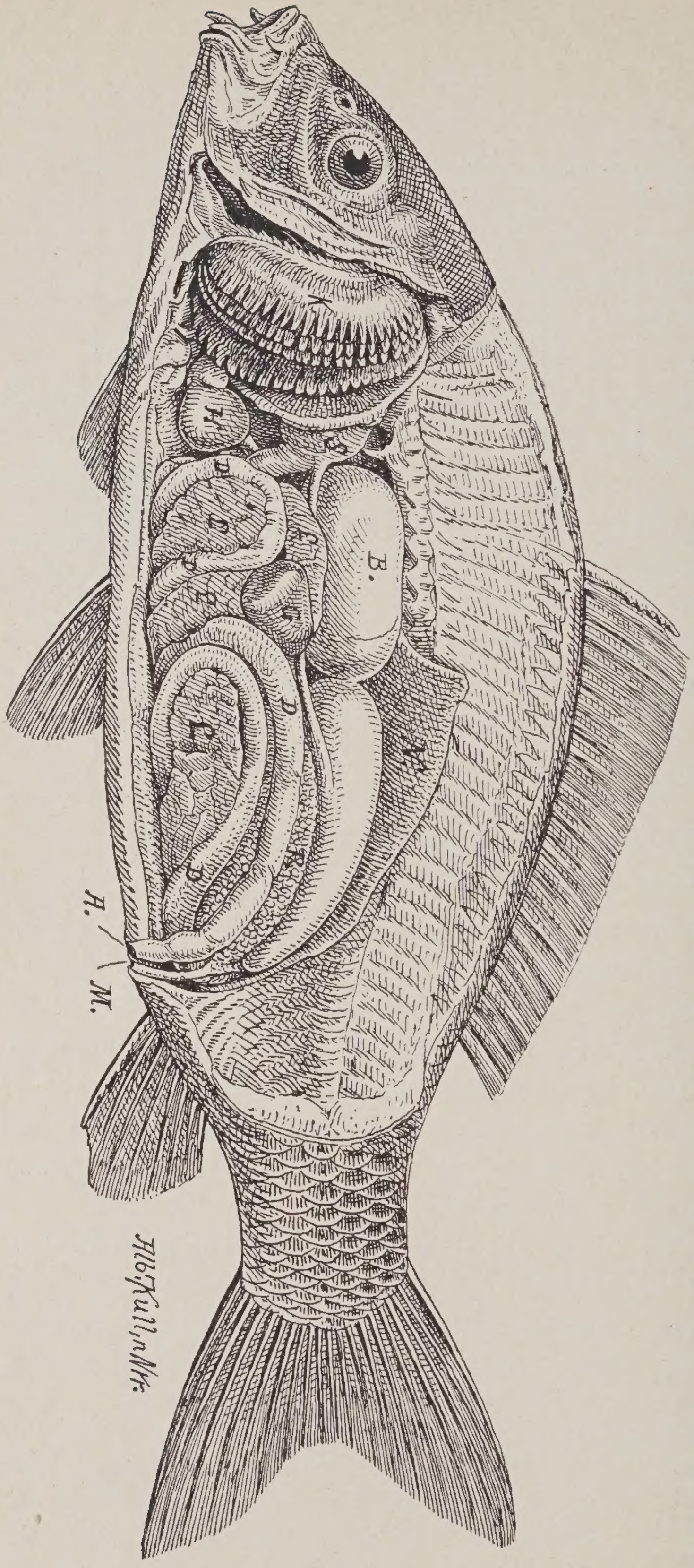


Fig. 133.

Eingeweide des Karpfens nach Walter.
L Leber (Hepatopancreas), G Galle, D Darm.

zeigen uns, daß bei den Fischen die Bauchspeicheldrüse derart innig mit der Leber verwachsen ist, daß selbst dem geübten Anatomen die Trennung häufig recht schwer fällt.[1]) Wir werden also das ganze Hepatopankreas verarbeiten müssen. Das hat außerdem den Vorteil, daß infolge der antiseptischen Eigenschaften der Leber der so bereitete Extrakt weit haltbarer ist, als der Pankreasauszug von Warmblütern. — Was den Darm anlangt, so sondert derselbe nach Pancritius, a. a. O., in seinem ganzen Verlauf, in den vorderen Abschnitten

[1]) E. Heinr. Weber, „Ub. d. Leb. v. Cypr. carpio, w. zugl. d. Stelle d. Pankr. z. vertr. scheint", Arch.

jedoch ungleich stärker als hinten, ein in alkalischer Lösung wirksames, tryptisches Enzym ab, welches Eiweiß, Fett und Stärke zu verdauen vermag. Eine Einspeichelung, wie sie Krukenberg will,[1]) findet bei den Fischen nicht statt. — Die Galle besitzt zwar nur ein sogen. diastatisches, d. h. die Stärke verzuckerndes Ferment, unterstützt aber, analog den Befunden von Gad und Rachford am Warmblüter, auch bei den Fischen die peptonisierenden bzw. fettspaltenden[2]) Eigenschaften von Pankreas und Darm ganz wesentlich, wie die weiter unten folgenden Daten zeigen. — Dabei sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß nach den mit den Erfahrungen der Praktiker in allen Punkten übereinstimmenden Ergebnissen meiner Stoffwechsel- und Respirationsversuche unsere Cypriniden in noch weit höherem Grade von der Temperatur der Umgebung abhängig sind, als verschiedene von den Raubfischen, z. B. der Hecht, die Quappe und diverse Salmoniden. Bei 0 bis 5° C sondern ihre Drüsen so gut wie gar keine Fermente ab,[3]) auch bei 6 bis 8° C sind die Freßlust und das Verdauungsvermögen bei vorher gut genährten Individuen noch recht gering; nach und nach setzen aber beide analog der ansteigenden Wärme ein, um bei 25° C etwa ihr Optimum zu erreichen.[4]) — Das Gesagte ist so zu verstehen, daß die Weißfische bei dieser Temperatur hierzulande die Freßlust verlieren und bei nur unbedeutend höherer in die sogenannte Wärmestarre verfallen. Das Optimum ihrer Enzymwirkung liegt, wie diejenige des tierischen und pflanzlichen Trypsins überhaupt (s. Reynolds Green, Oppenheimer), bei **35 bis 37**° C. Das zeigen uns die Karpfen in den tropischen und subtropischen Gewässern einwandfrei, die erst in den 30er Graden

---

f. Anat. u. Phys. 1827, S. 294—299, P. Legouis, „Rech. s. l. tubes de Weber et s. l. pancréas d. poiss. osseux", Ann. d. sc. nat., Zool., V. sér., t. XVII et XVIII, Cl. Bernard, „Mém. s. l. pancr.", p. 543 u. a.

1) „Vergl. Physiol. Vortr.", Heidelberg 1886, II, S. 41, 389, „Grundz. ein. vergl. Phys. d. Verd.", S. 67.

2) Arch. f. Anat. u. Phys. (1878), 181, Rachford, „The infl. of bile etc.", Journ. of Physiol., 28, S. 375, R. a. Southgate, Med. Rec. 1895, S. 878, Malys Jahrb., 26, S. 393, Seligo in O. Zacharias, „D. Tier- u. Pflanzenw. d. Süßw.", Leipzig 1891, II, S. 177.

3) Während das Pepsin der Forelle gleich demjenigen des Frosches (s. Oppenheimer, S. 103) bei 0° noch wirksam ist, hört die Wirksamkeit der tryptischen Fermente der Weißfische schon bei 2—3° C auf. Ähnlich wie bei winterschlafenden Säugetieren (Nußbaum, Arch. f. mikr. Anat., XIII, 721, XV, 119, XVI, 532) sistiert bei den lethargischen Karpfen die Enzymabsonderung mehr oder minder vollkommen, während sie, wie bei den Höheren (Pawlow, „D. Arb. d. Verdauungsdrüsen", Wiesbaden 1898), bei den Sommertieren durch psychische Reize gefördert zu werden scheint.

4) Ztschr. f. Fisch. 1897, 5 u. 6, S. 239, E. Walter, Allg. Fisch.-Ztg. 1897, No. 19, D. Fisch.-Ztg. 1897, No. 46, N. Zuntz, Mitt. Fisch.-Ver. f. d. Prov. Brandenb. 1906, 3/4, S. 48 u. 49.

das Optimum ihrer Lebensbedingungen erreichen (Günther, „Handb. d. Ichthyol.", „Cat. of fishes", Aggassiz, Bleeker). — Ähnliches ist uns von den niederen Tieren und Pflanzen bis hinab zu den Bakterien geläufig (s. S. 59, Fußn. 1, sowie Kap. V). — Zur Erzielung sehr

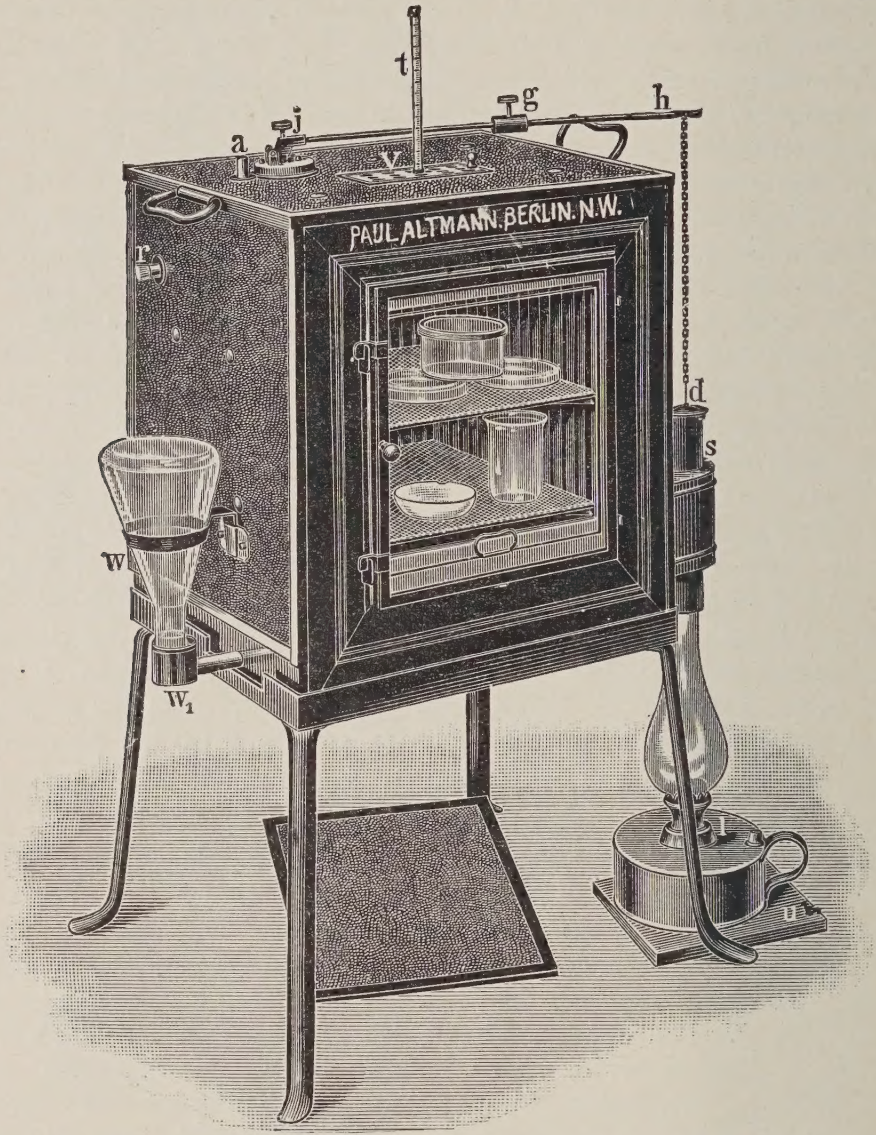


Fig. 134 a. **Brutschrank.**

konstanter Temperaturen von beliebiger Höhe dient der in Fig. 134a und b abgebildete Brutschrank.

Von Fett tunlichst befreite Leber wird mit dem ebenfalls mechanisch möglichst gründlich entfetteten vordersten Abschnitte des Verdauungsschlauches in einer Fleischhackmaschine zerkleinert, mit Sand verrieben 24 bis 36 Stunden lang an der Luft liegen gelassen.[1])

---

[1]) Früher wurde die Quappen- und Karpfenleber vielfach in der Volksmedizin als Augenheil- und Verdauungsmittel gebraucht; die

Sodann vermischt man in einer Reibschale je 100 g der so behandelten Masse mit 300 ccm Kalkwasser und 100 ccm Glyzerin von 1,23 spezifischem Gewicht, läßt die Mischung unter häufigem Umrühren 3 bis 4 Tage lang stehen, preßt das Unlösliche ab und filtriert die Flüssigkeit in eine Glasflasche mit eingeriebenem Glasstopfen (Fig. 23). Eine Zugabe von frischer Galle ist im Hinblick auf das Gesagte nur zu empfehlen. — Obwohl das Filtrat aus den oben erörterten Gründen

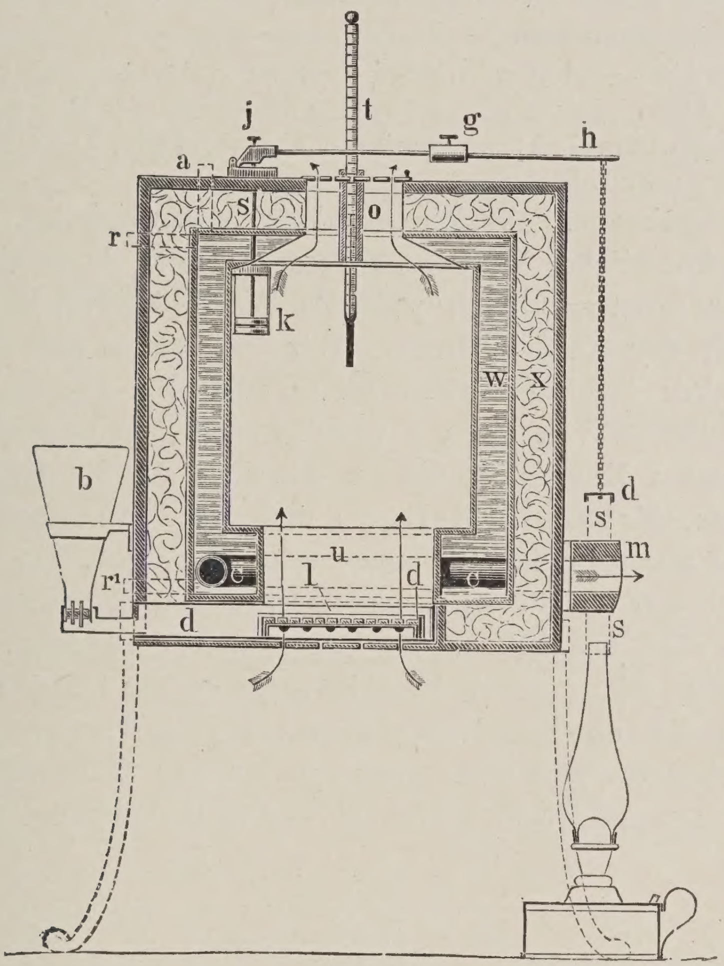


Fig. 134b.
Brutschrank im Durchschnitt.

weit weniger zur Fäulnis neigt, als dasjenige aus Warmblüterpankreas, und infolge davon sich recht wohl einige Tage wirksam erhält, wird man doch gut daran tun, dasselbe von Fall zu Fall frisch zu bereiten bzw. bei einer längeren Aufbewahrung (über 24 Stunden hinaus) mit so viel Chloroform zu versetzen, daß in der gut umgeschüttelten Flüssigkeit einige Tropfen ungelöst am Boden liegen bleiben.

Vorschrift lautete, sie an der Luft aufzuhängen und das von der Sonne „ausgebratene“ Öl einzunehmen bzw. aufzulegen (Mahnkopf).

Zur Herstellung des alkalischen Auszuges für den eigentlichen Verdauungsversuch werden 250 ccm des Pankreasextraktes mit 750 ccm einer Sodalösung zusammengemischt, welche in den 750 ccm = 5,0 g wasserfreies $NaCO_3$ gelöst enthält. Man läßt die Mischung bei 23 bis 25 ° C 1 bis 2 Stunden lang stehen, entfernt die bisweilen auftretende, flockige Abscheidung durch Filtration und verwendet von der klaren Flüssigkeit 100 bis 200 ccm für den Verdauungsversuch.

Kalkwasser. 100 g Ätzkalk werden gelöscht und von ihnen unter Zusatz von Wasser bis zu 1000 ein dünnflüssiger Brei hergestellt; dieser heißt Kalkmilch, während die überstehende, klare Flüssigkeit das Kalkwasser bildet.

Ist die Substanz sehr fein gepulvert bzw. verrieben, so liefert uns der künstliche Verdauungsversuch mit dem alkalischen Hepatopankreasextrakt auch passable Werte bezüglich der **Verdaulichkeit der Kohlehydrate.** Wir bestimmen alsdann in der ursprünglichen Substanz diese Stoffe nach No. IV, unterwerfen eine Doppelprobe von zirka 1 (trocken) bis 5 g (feucht) des zu untersuchenden Materiales, die im Hinblick auf die Befunde von Pancritius, Frenzel,[1]) Seligo[2]) und mir, daß nämlich rohes Stärkemehl nur sehr unvollkommen oder gar nicht, um so besser aber gequollenes verdaut wird, erst gründlich gekocht werden muß, wie eben angegeben, der künstlichen Verdauung, filtrieren durch einen mit Asbest beschickten, vorher geglühten und gewogenen Gooch-Tiegel, waschen bis zum Verschwinden der Biuretreaktion (S. 262) aus, trocknen bis zur Gewichtskonstanz, wägen, glühen und wägen nochmals. — Die Berechnung ist alsdann folgende:

	Die ursprüngliche Substanz enthielt pro 1 g Trockensubstanz:	Die verdaute Substanz enthält:
Rohproteïn (N × 6,25) . . .	14,26 %	4,20 %
Rohfett (Ätherlösliches) . .	3,82 „	0,76 „
an Alkali geb. Fettsäuren . .	1,44 „	0,12 „
Rohfaser	14,92 „	30,64 „
Rohasche	26,22 „	48,36 „
Sa:	60,66 %	Sa: 84,08 %
also Kohlehydrate (s. No. IV a)	39,34 „	15,92 „

mithin verdaut 23,42 oder **59,50** %.

---

[1]) Allg. Fisch.-Ztg. 1895, S. 271, Mitt. Westpr. Fisch.-Ver. 1895, S. 90, Richet u. Morrut, Compt. rend., t. 90.

[2]) a. a. O., S. 178.

Die Rohfaser können wir nach den Untersuchungen von Erich Müller im Zuntzschen Institut im Gegensatz zu meinen früheren Befunden als unverdaulich für die in Rede stehenden Tiere betrachten und demgemäß, wenn wir diese Substanz nicht nach No. III bestimmen wollen, einfach den in dem ursprünglichen Material ermittelten Rohfasergehalt prozentualiter umgerechnet abziehen. Das Fett dürfen wir als zu 90 $^0/_0$ löslich ansprechen; der durch diese (faktisch unrichtige) Annahme bedingte Fehler ist minimal.

Werden derartige Versuche in fettarmem bezw. genügend entfettetem Material exakt durchgeführt, so ergeben sie, wie Tabelle VI, Seite 272 und 273 meiner „Karpfenzucht" zeigt, bezüglich des Rohproteïns mit den in corpore erhaltenen sehr gut übereinstimmende Resultate. Aber auch bei den Kohlehydraten ist das nach Maßgabe der folgenden analytischen Daten durchaus der Fall:

	Verdaute Prozente:	
	in corpore	im Becherglas
	Rohe Lupine	
Eiweiß	84,2	83,3
Kohlehydrate	56,4	55,7
	Saubohnen gekocht	
Eiweiß	86,4	85,9
Kohlehydrate	89,2	89,7

Hat der alkalische Pankreasextrakt, verstärkt durch die Galle, genügend lange eingewirkt, so genügt für praktische Zwecke also schließlich ein einfaches Zurückwägen der gehörig ausgewaschenen und getrockneten Substanz auf einer feinen Präzisionswage (Fig. 85), um den Verdaulichkeitskoëffizienten eines Futtermittels zu eruieren. Die Tabellen von C. Lehmann im Landw. Kalend. v. O. Mentzel u. A. v. Lengerke, I. T., S. 103ff., geben einen guten Anhalt für die weitere Berechnung (s. Zuntz a. a. O.), z. B.:

Wicken		davon verdaut:		
	Gehalt	v. Warmbl.	Karpf.	extra corp.
Rohproteïn	26,4	23,3	22,6	23,1
Rohfett	1,8	1,6	1,4	1,4
Kohlehydrate	48,6	45,3	44,2	44,3
Rohfaser	6,6	—	—	—
Asche	3,2	—	—	—
	86,6	70,2	68,2	68,8

Die grobe Entfettung des für den Verdauungsversuch bestimmten Materiales nehmen wir derart vor, daß wir die fein gepulverte Substanz in der Verdauungsbirne oder einem Schütteltrichter (Fig. 135) längere Zeit unter gehörigem Schütteln mit Äther behandeln, den Äther unten abfließen lassen, mit Äther nachwaschen und nach gründlichem

Verjagen der letzten Spuren im Trockenschrank die Verdauungsflüssigkeit zugeben.

Leider fehlt uns noch ein Verfahren, die Verdaulichkeit der Fette im künstlichen Versuch eruieren zu können, obschon ich auch hier — besonders bei vorher grob entfetteten Substanzen — recht befriedigende Daten, sowohl bei der Pepsin-, wie bei der Trypsinverdauung erhielt. Dagegen vermögen wir uns über die **Intensität der Fettspaltung** bei Weißfischen, Barschen, Hechten und Salmoniden sehr wohl zu informieren.

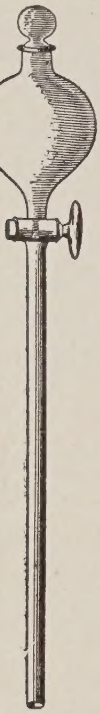


Fig. 135. **Schütteltrichter.** (Paul Altmann, Berlin.)

Wie schon vorher erwähnt wurde, hängt die Größe der Verdauung und des Stoffwechsels der Fische, speziell der Cypriniden, in hervorragendem Maße von der Temperatur ab, so zwar, daß die Tiere bei sehr niedrigen Wärmegraden bloß wenig oder gar nichts, um so intensiver aber in den zwanziger Graden verdauen; außerdem scheint das Verdauungsvermögen sehr wesentlich durch die Zufuhr geeigneter „Fermente" unterstützt zu werden (s. S. 123, 124 u. a.). Ein Variieren der Temperatur und eine Beigabe der letzteren bei solchen künstlichen Verdauungsversuchen wird uns nach meinen Erfahrungen nun auch recht interessante Fingerzeige für das Verhalten der Enzyme intra corpus liefern.[1] Zu diesen Versuchen nehmen wir zunächst im Winter von solchen Karpfen (Weißfischen), welche a) in ganz kaltem, b) in wärmerem Wasser gehalten wurden, je 2 bis 3 g des frisch bereiteten Hepatopankreas-Darmbreies und bringen ihn in 8 Gefäße, von denen 1 und 2 je 100 ccm der oben genannten Sodalösung und an einem Zwirnfaden hängend je eine Flocke des durch Auswaschen aus Blut hergestellten Fibrins enthalten.[2] Serie II (3 und 4) werden mit einer Emulsion von 1 g bestem, frischem Oliven- oder Mandelöl in 100 ccm der $NaCO_3$lösung beschickt. III (5 und 6) erhalten endlich eine 1- bis 2prozentige Lösung von gekochter Reis-

---

[1]) Näheres über derartige Versuche s. Ztschr. f. Fisch. 1897, H. 5 u. 6, S. 213—239.

[2]) Daß außer der Utricularia und Aldrovandia, deren Blasen gleich den Kannen von Nepenthes ein starkes tryptisches Enzym sezernieren, und einer ganzen Reihe von Hefe-, Schimmelpilzen und Bakterien auch viele Pflanzensamen: Ananas (Bromelin), Melonenbaum (Papaïn), Wicken, Hanf, Flachs (v. Gorup-Besanez, Ber. deut. chem. Ges., VII, 1478, VIII, 1510, IX, 673), Lupinen (Reynolds Green, Phil. Trans. 1887, B. 39), Gerste (Windisch u. Schellhorn,

oder Kartoffelstärke.[1]) (Über die Herstellung derselben s. S. 539.) Der nur mit der Sodalösung beschickte Rest dient zur Beobachtung der Selbstverdauung bzw. der Fettsäurebildung im Organe selbst, welch letztere gleich jener in Serie II durch Titration mit $^{n}/_{10}$ Schwefelsäure mit Phenolphtaleïn als Indikator nachgewiesen wird, z. B.: 6 g Pankreasbrei + 50 ccm $^{1}/_{2}$prozentige Sodalösung + 10 Tr. Olivenöl: 10 h. a. m. = 1,50 ccm, 12 h. a. m. = 1,0 ccm, 4 h. p. m. = 0,74 ccm $^{n}/_{10}$ SO_3 gebraucht.

Eine zweite Reihe von doppelt aufgestellten Gefäßen beschicken wir neben dem Hepatopankreas-Darmbrei mit je 2 ccm frischer Fischgalle, eine dritte endlich neben beiden mit je 0,5 bis 1 g bester Bakterienerde (s. S. 245),[2]) bzw. Krustazeen- und Diatomeenextrakt.

Mögen wir auch noch so günstige Temperaturen wählen, so wird doch bei den mit dem von Kaltwassertieren stammenden Organbrei versetzten Proben weder die Fibrinflocke merklich kleiner werden, noch deutliche Ölsäurebildung oder Verzuckerung eintreten. — Wirksamer erweisen sich schon die Säfte der in wärmerem Wasser gehaltenen und gefütterten Tiere, besonders soweit sie einen Zusatz von Galle bzw. Galle und Impferde haben. Hier ist nach einer Anzahl Stunden die Fibrinflocke verdaut. Ebenso ergibt die Emulsion von Öl und Soda, namentlich wenn sie bei 16 bis 20° C stand, eine nicht unbeträchtliche Zunahme an Ölsäure, wie endlich die Trommersche Probe (S. 264) oder die Titration nach Fehling (S. 544) den Eintritt einer erheblichen Verzuckerung der Stärke anzeigen. — Als am intensivsten wirksam erweist sich der mit Galle bezw. Galle und Impferde vesetzte Darmextrakt gut genährter Sommertiere. Doch werden wir hier ebenfalls, analog der während des Versuches herrschenden Temperatur, krasse Unterschiede konstatieren können. — Um namentlich bezüglich der Fettspaltung, die bei Sommertieren in den nur mit Organbrei und Soda versetzten Proben ebenso stark zu sein pflegt, wie in den mit Organbrei und Sodalösung und Olivenöl beschickten, sichere Resultate zu erhalten, verfahren wir nach Zuntz[3]) folgendermaßen: Der durch die Hackmaschine gejagte

---

Wochenschr. f. Brauerei 1900, S. 334 ff.), proteolytische Enzyme besitzen, sei hier nur kurz erwähnt. (Oppenheimer a. a. O., S. 147 ff.)

[1]) Noch allgemeiner verbreitet als die proteolytischen und fettspaltenden Enzyme sind im Pflanzenreich die diastatischen Fermente: Translokations- und Sekretionsdiastase. Über die Wirksamkeit dieser letzteren im Verhältnis zur tierischen stellt Roberts, Proc. Roy. Soc., 32 (1881), S. 145 folgende Tabelle auf:

Pankreassaft v. Schwein	100
Menschlicher Speichel	10—17
Pankreassaft v. Schaf	12
„ v. Rind	11
Malzdiastase b. 60° C	10
„ b. 40° C	4—5
Menschlich. Harn	0,3—1,3

[2]) Vergl. hierzu: J. Reynolds Green, „Die Enzyme", S. 369 ff.

[3]) Ztschr. f. Fisch. 1897, 5 u. 6, S. 218—226.

frische Organbrei wird rasch mit wenigen Kubikzentimetern der Sodalösung und einigen Gramm Öl gründlichst verrieben. Hierauf wird schnell ein in einem Bechergläschen abgewogener aliquoter Teil in ein auf 100° angeheiztes Wasserbad gestellt, nach einigen Minuten Kochens mit Seesand verrieben, im Wasserbad getrocknet, im Soxhlet-Apparat mit Äther extrahiert, der Äther vorsichtig verjagt und das Fett gewogen. Das Fett wird hierauf in je 5 ccm neutralem Alkohol und Äther gelöst und unter Zusatz von Phenolphtaleïn als Indikator gegen alkoholische KOHlauge titriert. — Dasselbe geschieht mit dem Reste des mit Öl und Soda verriebenen Organbreies nach einer Anzahl Stunden. — Bei der Berechnung wird die in der sofort abgetöteten Probe konstatierte Ölsäuremenge von der in der zweiten erhaltenen abgezogen, und das in dieser erhaltene Plus an Ölsäure aufs Ganze umgerechnet. 1 ccm $^n/_{10}$ Lauge = 0,0282 g Ölsäure.[1])

Der saure Darmsaft der Forellen usw. ermöglicht es uns leider nur, mit Fibrin zu experimentieren, uns also einzig über die Eiweißverdauung zu orientieren. Es hindert uns aber nichts, das Hepatopankreas derselben ebenfalls durch die Fleischhackmaschine zu jagen und, mit 2 bis 3 ccm frischer Galle versetzt, in alkalischer Lösung auf Fette bzw. Stärke einwirken zu lassen.

Temp. d. Wassers, a. d. d. Fische stammen °C		Temp. während d. Versuches °C	Dauer d. Versuches Stunden	Es wurden peptonisiert, gespalten, saccharifiziert Prozente Eiweiß	Fett	Stärke
1—3	Hepatopankreasextr., Karpfen	5—7	48	5	4	8
1—3	„	16—20	48	20	25	30
1—3	„ mit Galle	16—20	48	38	66	72
16—18	„ ohne „	5—7	48	54	50	42
16—18	„ „ „	16—20	**12**	90	94	>100
24	„ „ „	20	**6**	96,4	98,2	>100
24	„ mit Galle	20	**3**	>100	>100	>100
1—3	Magensaft, Barsch	16	12	80,4	—	—
16—20	„ „	18—20	**1½**	100	—	—
5—6	Hepatopankreas, Barsch . .	10	24	62,2	74,8	92,2
16—18	„ „ . .	16	3	88,4	96,2	>100
16—18	„ mit Galle	18—20	1½	>100	>100	>100

[1]) Daß viele Pflanzen — besonders keimende Samen — von Flachs, Mohn, Hanf, Raps, Mais mit Hilfe von Enzymen (Lipase) ebenfalls Öl in Glyzerin und freie Fettsäuren hydrolisieren können, ergibt sich aus den Versuchen von J. Reynolds Green, Proc. Roy. Soc., 48 (1890), 370, Sigmund, „Üb. fettspalt. Ferm. i. Pflanzenr.“, Monatsschr. f. Chemie, Wien 1890, S. 272, Sitzb. k. Akad. Wiss., Wien, 99, S. 401, 100, S. 382, 101, S. 549 (v. a. Oppenheimer, S. 288 ff.).

γ) Verdauungssaft von Krustazeen, Würmern, Muscheln.[1])

Aus größeren Krustazeen, besonders dem Astacus, Gammarus, lebend frischen Garnelen, größeren Insektenlarven, Muscheln usw. präpariert man die Därme, bei Mollusken auch die Leber[2]) heraus, prüft sie auf ihre Reaktion[3]) und versetzt sie, je nach derselben, nachdem sie, mit Sand verrieben, eine Zeitlang an der Luft gestanden haben, entweder mit der sub α genannten HCl- oder der sub β angegebenen $NaCO_3$lösung. Die weitere Behandlung ist dieselbe, wie vorher. Kleinere Krustazeen, Rädertiere usw. verreibt man, ebenso wie die Diatomeen und andere Algen, entwässert sie mit Alkohol und zieht die meist tryptischen Fermente mittels Glyzerin aus. Das Optimum der Enzymwirkung liegt auch hier bei 30 bis 35° C.

Um die Diastase aus gekeimten Pflanzensamen herzustellen, übergießt man 100 g zerriebene Keimlinge mit 300 ccm Wasser, läßt unter halbstündigem Umrühren 18 Stunden lang stehen und filtriert. Diesem Auszug wird so lange schwefelsaures Ammon zugefügt, bis eine Trübung sich zeigt. Die Flocken werden nach einiger Zeit abfiltriert und auf dem Filter mit 54prozentiger Lösung des Salzes ausgewaschen.[4]) — Cytase, Carubinase werden mit Chloroformwasser

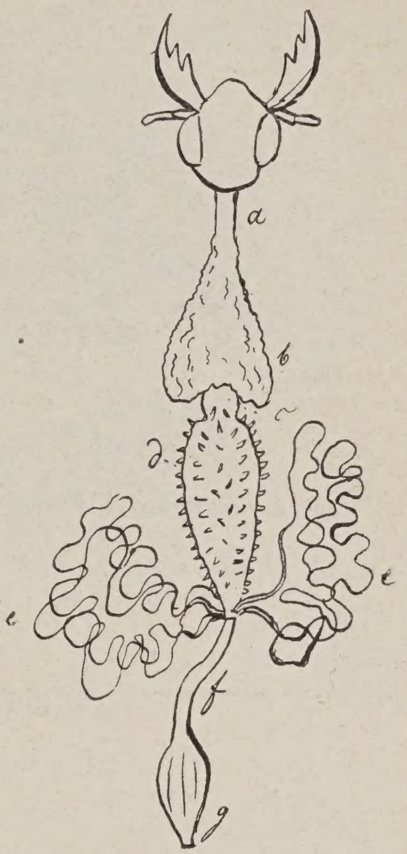


Fig. 136.
Verdauungsorgane eines Raubkäfers.
Nach Krieghoff.
a Speiseröhre, b Saugmagen, c Kaumagen, d eigentlicher Magen, e Malpighische Gefäße, f Darm, g Afterdrüsen.

[1]) v. Fürth, „Vergl. chem. Physiol. d. nied. Tiere“, Jena 1903.

[2]) Bourquelot, „Rech. s. l. phén. d. l. dig. ch. l. moll. céphalop.“, Paris 1894, Fredericq, „L. dig. d. mat. alb. ch. quelqu. invert.“, Arch. d. Zool. Exp., VII, 39, Bull. d. l'Acad. Roy. d. Belg., 46 (1878), Griffiths, „Physiol. of Invert.“, London 1892, u. a. m.

[3]) Dieselbe ist meist tryptisch (J. Reynolds Green, S. 189).

[4]) Effront, „L. enz. e. l. applic.“, Paris 1899, Wroblewski, Ber. deutsch. chem. Ges., 30 (1897), 2289, Ztsch. f. phys. Chem., 24 (1898), 173, Lindner a. a. O., S. 134.

aus verriebenen, keimenden Früchten usw. ausgezogen, durch Alkohol gefällt, entwässert und im Vakuum getrocknet.[1])

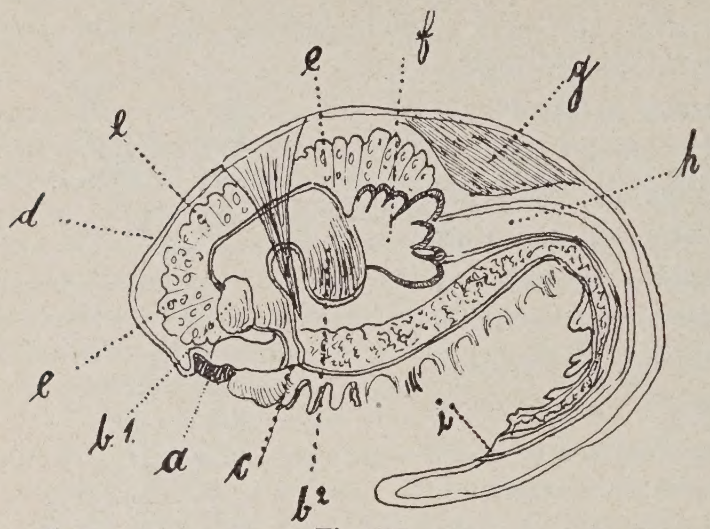


Fig. 137.
Eben ausgeschlüpfter Krebsembryo im Längsschnitt.
Nach Huxley.
c Mund, b¹ Speiseröhren-, b² Magen-Abschnitt des Vorderdarms, f Mittel-, h Hinterdarm.

Dabei sei ausdrücklich bemerkt, daß die Enzyme jener Tiere nicht nur bedeutend intensiver als diejenigen der Fische Eiweiß, Fett und Kohlehydrate, sondern auch Kalk und Phosphorsäure, die von einigen (Schnecken, Muscheln, Tubifex [?], Sprockwürmern) sogar Holzfaser verdauen. Die Zahlen für einen dreibasisch phosphorsauren, nicht präzipitierten Kalk waren folgende:

Sommertiere	Dauer des Versuches Stunden	Temp. °C	Gelöst °/₀ von		Mittel aus wieviel Versuchen?
			Miesmuschelschalenmehl	basisch phosphorsaur. Kalk	
Saurer Magensaft kräftig genährter Forellen	48	18	6	8	4
Alkal. Hepatopankreasextrakt kräftig genährter Karpfen . . .	48	25	5	9	4
Glyzerinextrakt von Krustazeen	48	22	16	22	3
Glyzerinextrakt von Pryganidenlarven .	48	20	22	30	3
Organbrei von Muscheln	52	22	30	34	3

δ) Kotuntersuchungen.

Der genügend ausgewaschene Rest des künstlichen Verdauungsversuches liefert uns also den unlöslichen Teil von Eiweiß und Kohlehydraten, mithin das beste Vergleichsmaterial für die von Pancritius, Frenzel, Walter u. a. früher bereits mit Erfolg

---

[1]) Reynolds Green, S. 95, Oppenheimer, „Die Fermente und ihre Wirkungen", Leipzig 1903. S. 251 ff.

durchgeführten und jüngst von dem letzteren wieder postulierten[1]) mikroskopischen bzw. mikrochemischen Kotuntersuchungen. Gerade bei den Cypriniden und Schmerlen können nämlich die im Becherglase ermittelte mögliche und die effektive Verdaulichkeit intra corpus ganz beträchtlich differieren, weil stark gefütterte Individuen ihren

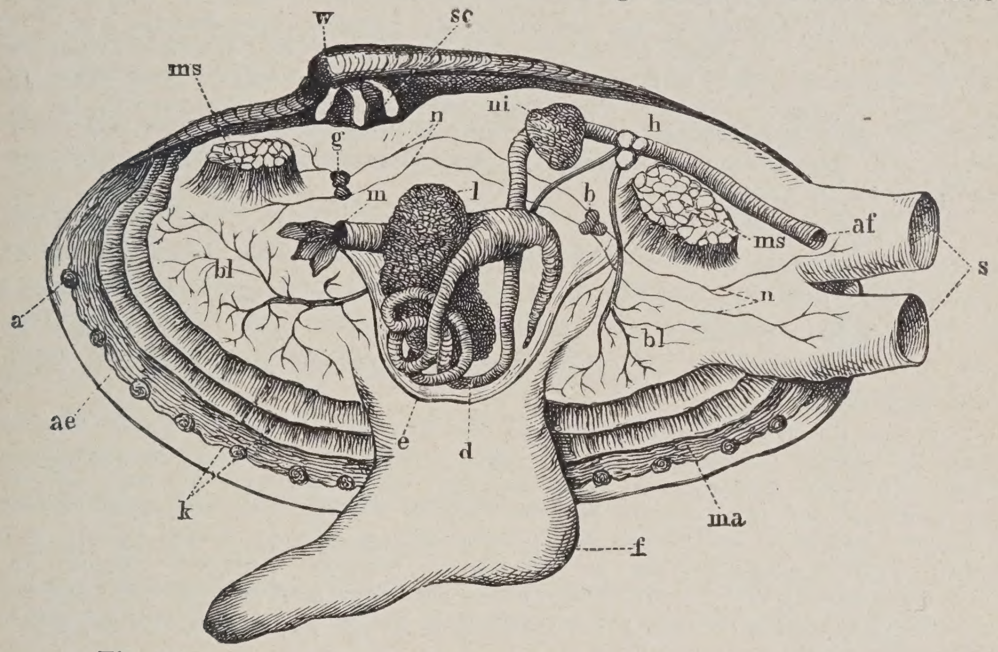


Fig. 138. **Längsdurchschnitt einer Muschel.**
Nach v. Martens.
d Darm, l Leber, m Mund mit Mundlappen.

einen von vorn nach hinten gleichmäßig sich verjüngenden, glatten Schlauch darstellenden Verdauungstraktus auf einmal vollzupfropfen pflegen und so ein an sich gutes Präparat nur mäßig ausgenützt zu werden vermag.[2]) Dieser Übelstand macht sich nach meinen jüngsten Wahrnehmungen vornehmlich dort fühlbar, wo bloß wenige Futterplätze vorhanden sind, die Fresser die schwächeren Individuen also leicht abdrängen können, und es an den nötigen Verarbeitern des Kotes fehlt.[3]) Einige Daten mögen das belegen:

Substanz	Per Gramm mg		Davon verdaut mg bei 24 ° C durch: Hepatopankreas + Vorderdarm + Galle		Mitteldarm		Enddarm		Also verd. im Mittel mg	
	Roh-prot.	Nfr.	Roh-proteïn	N freie	Roh-prot.	Nfr.	Roh-prot.	Nfr.	Roh-prot.	Nfr.
Blutmehl Ia	922	—	874	—	562	—	327	—	588	—
Fischmehl u. Reismehl	432	394	372	355	262	306	184	272	273	311
Mais	106	680	76	650	42	521	29	302	49	491

1) Fisch.-Ztg. 1905, No. 10.

2) Pancritius, Ber. d. Fisch.-Ver. f. d. Prv. Ost- u. Westpr. 1889, S. 43.

3) E. Walter, Ztschr. f. Fisch. 1898, 1, S. 47 ff.

Die wirkliche Ausnutzung der Futtermittel im Körper läßt sich — theoretisch — scheinbar am einfachsten in der Weise eruieren, daß wir die im Aquarium eingewöhnten Tiere mit gemessenen Quantitäten füttern, die Reste wie die leicht kenntlichen Kotklümpchen, getrennt (durch Abhebern) sammeln, trocknen und sie schließlich auf ihre Zusammensetzung hin untersuchen. Ganz abgesehen davon, daß sich diese Prozedur auf dem Papier leichter ausnimmt, als sie de facto ist,[1]) steht dem jedoch die im Aquarium wesentlich verringerte (sich lediglich auf die Aufnahme des zur Erhaltung Nötigen erstreckende) Freßlust entgegen. — Andererseits ist das Herausfangen größerer Portionen Fische aus den Futterteichen nicht nur schwierig und für den Effekt der Fütterung durchaus nicht belanglos, sondern der Erfolg auch insofern problematisch, als die Tiere bei dem Herumjagen den für uns wichtigsten Teil des Kotes fallen lassen, und das unter Anwendung von Druck gewonnene Material cum grano salis genommen werden muß.

Den Kot sammeln wir in einem Säckchen aus Müllergaze, waschen ihn, um ihn von den Stoffwechselprodukten zu trennen, zunächst mit kaltem, destilliertem, dann, wenn nötig, zur Entfernung der klebrigen, wachsartigen Gallenbestandteile mit heißem Alkohol aus und untersuchen das mit Wasser nachgespülte Material unter dem Mikroskop.

Eiweiß wird durch Befeuchten des Präparates mit Millons Reagens unter gelindem Erwärmen durch die ziegelrote Färbung nachgewiesen. Pappenheims panoptische Triacidlösung[2]) färbt Klebereiweiß rot, Nigrosin schwarzblau bzw. nach Zusatz einiger Tropfen Phosphorwolframsäure hellblau glänzend, während das übrige Plasma schwärzlich-stumpf bleibt. Orceïn färbt Eiweiß gelblich-ziegelrot, das andere Plasma schwach violettrot. Bringt man nach der Färbung mit Orceïn einen Tropfen Nigrosin, später nach dem Absaugen noch Phosphorwolframsäure zu, so färbt sich das Reserveeiweiß rot, das andere schwärzlich-blau

Gummi mit Phlorogluzin und Salzsäure kirschrot, mit Orceïn und HCl grünlich.

Fette mit Osmiumsäure schwarz.

Stärke mit Jod- in Jodkalilösung blau.

Zucker unter Erwärmen mit Fehlingscher Lösung rot.

Interessant ist es, die Einwirkung der im Sekret der Mitteldarmdrüse von Schnecken, sowie im „Leber"-Sekret vou Astasus (Biedermann u. Moritz), Lumbricus (Griffiths), aber auch im Samen sehr vieler Pflanzen (Brown u. Morris, Gardinier, Grüß u. a.) und niederer Pilze (de Bary, Marshall Ward, Kean, Kohnstamm) nachgewiesenen Cytase auf Zellulose durch Chlorjodzink, Hoffmannsblau usw. zu verfolgen.

II. Fett (Ätherlösliches).

5 bis 10 g des gut getrockneten und recht fein gepulverten Materiales werden in einer von den käuflichen, entfetteten Extraktionshülsen oder zwischen entfetteter Watte in die Glasdüte a des nachstehend abgebildeten Extraktionsapparates nach Soxhlet gebracht (Fig. 140), mit so viel über Natrium destilliertem

---

1) Knauthe, ebenda, VI, 4, S. 139 ff.

2) Lindner, „Mikrosk. Betriebsk. i. d. Gärungsgew.", 4. Aufl., Berlin 1905, S. 123 ff. Sämtliche Reagenzien liefert P. Altmann-Berlin zu zivilen Preisen.

Äthyläther versetzt, daß das untere, an M befestigte Kölbchen etwa zu zwei Drittel gefüllt ist, und 24 Stunden lang mit siedendem Äther extrahiert. Nach dieser Zeit läßt man erkalten, filtriert den Inhalt des Kölbchens durch ein fettfreies Filter (Marke „Gelbband" der Firma Schleicher & Schüll in Düren, zu beziehen von Paul Altmann oder Max Kähler & Martini, Berlin) in ein austariertes Becherglas, wäscht das Kölbchen und das Filter so lange mit Äther nach, bis alles Fett sich im Filtrat befindet, das Filter reinweiß, nicht mehr gelblich oder fleckig ist (Ränder, auch oberhalb desselben gut abspritzen! Ätherspritzflasche Fig. 139), verdunstet den Äther bei 40 bis 50° C, läßt, nachdem der Äthergeruch verschwunden ist, noch **1** Stunde bei 100° C nachtrocknen — diese Zeit ist genau einzuhalten —, dann im Exsikkator erkalten und wägt. Die gefundene Substanz, welche neben einem Gemisch von diversen Fett-, Öl- und (bei Pflanzen) Wachsarten reichlich Chlorophyll, auch Amide u. a. m. enthält, bezeichnen wir als „Rohfett" oder „Ätherlösliches".

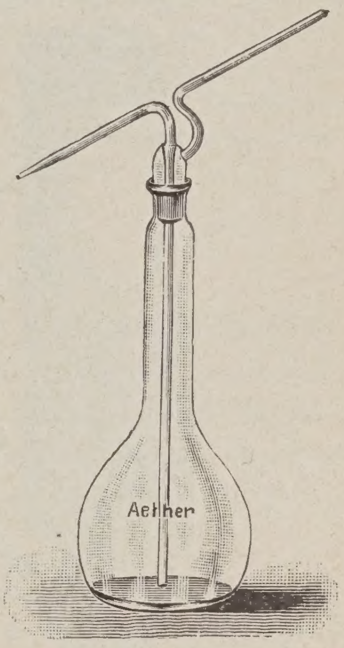


Fig. 139.
Spritzflasche für Äther.
(Paul Altmann, Berlin.)

Der extrahierte Rückstand der Substanz wird in einem Porzellanschälchen, nach Verjagen des Äthers, mit salzsaurem Alkohol gehörig angesäuert, mit einem Glasstab umgerührt, im Trockenschrank bei 90° C getrocknet und wieder in den Soxhlet-Apparat zurückgebracht. Die Ränder des Schälchens werden mit durch Äther befeuchtetem, fettfreiem Fließpapier rein gewischt, das Papier kommt gleichfalls in a. Auch hier extrahieren wir 24 Stunden mit Äthyläther und verfahren weiter, genau wie oben angegeben. — Die nunmehr gefundene Menge enthält im wesentlichen die **an Alkali gebundenen Fettsäuren,** deren Quantum in der Fauna und Flora bloß gering, in den Futtermitteln mitunter aber beträchtlich zu sein pflegt.

Die Einrichtung des Soxhlet-Apparates ergibt sich aus der nachstehenden Skizze (Fig. 140). Die Substanz wird, wie gesagt, entweder in einer mit fettfreiem Fließpapier verschlossenen Extraktionshülse oder zwischen fettfreier (vorher extrahierter) Watte so in den

Raum a gebracht, daß die obere Kante bei der markierten Linie b .... c abschneidet. Darauf bringt man den Apparat an den durchbohrten Korken L (L und M müssen genau passen, Gummistopfen sind nicht zu verwenden, weil sie ätherlösliche Substanz enthalten), der oben eine Kühlvorrichtung E trägt, und gießt von h aus so lange Äther zu, bis, wie erwähnt, das Extraktionskölbchen etwa bis zur starken Hälfte, höchstens zwei Drittel, gefüllt ist. **(Vorsicht!** Flammen in der Nähe verlöschen!) — Der Äther durchspült die in a enthaltene Substanz und hebert, sobald er etwa bei b .... c steht, durch i nach dem Kölbchen ab, einen Teil des Löslichen mit sich nehmend. Nun setzen wir auf h ein mit Chlorcalcium gefülltes U-Röhrchen (Fig. 13, S. 118), stellen die Kühlung an, indem wir f mit der Wasserleitung resp. einem Wasserbehälter, g mit der Einflußöffnung m des selbsttätigen Wasserbades verbinden, und erhitzen anfangs mit starker, sobald der Äther siedet, nur mehr mit solcher Flamme, daß dieser eben noch mäßig wallt. (Das erzielt man am besten auf einer Ofenplatte, auf der auch der beifolgend skizzierte Apparat montiert ist.) Die Ätherdämpfe steigen durch d in die Kühlkugel E auf, werden dort kondensiert und fallen auf a zurück. Hier sammeln sie

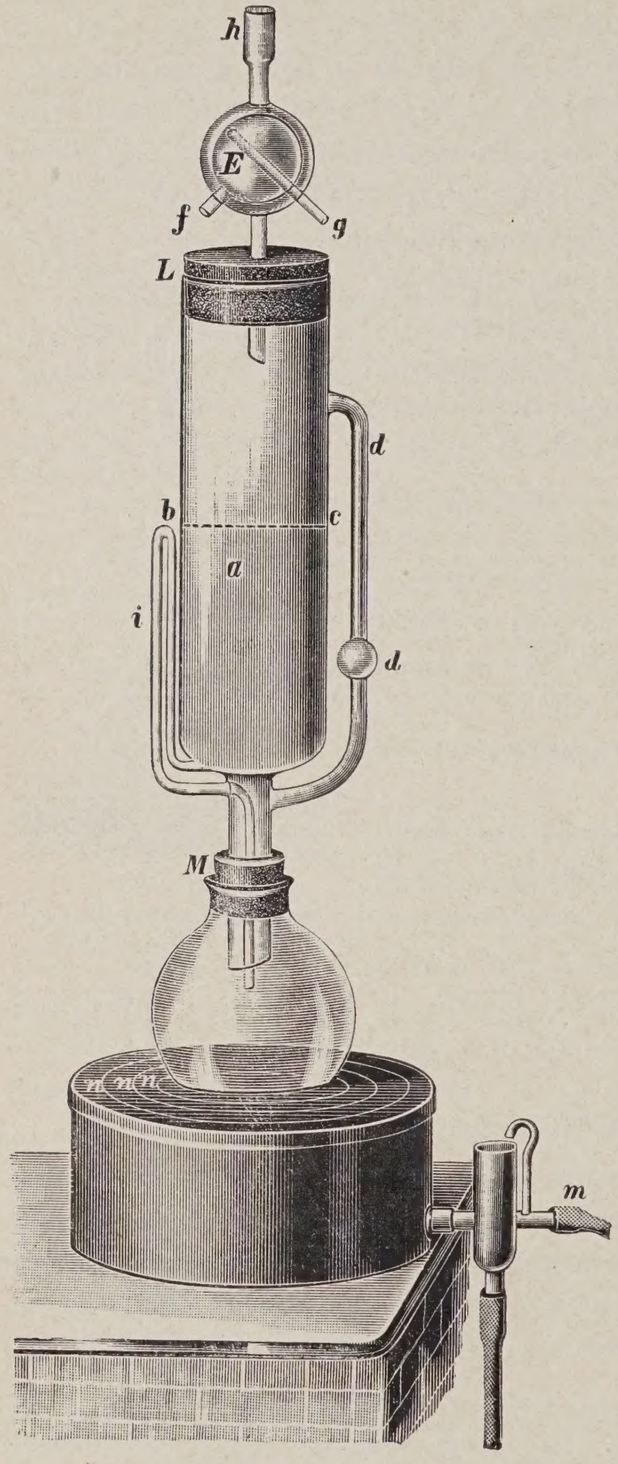


Fig. 140.
Fettextraktionsapparat nach Soxhlet.

sich, lösen das Fett und nehmen dasselbe beim Abhebern mit sich in das Extraktionskölbchen.

Als Ersatz für den sehr feuergefährlichen Äthyläther empfiehlt G. Rosenfeld-Breslau mit Recht das ungleich sicherere, in jeder Apotheke und Drogenhandlung erhältliche Chloroform. Dasselbe hat noch den Vorteil, bei höherer Temperatur sich weit weniger rasch zu verflüchtigen als jener. — Sehr gute Resultate hat außerdem Glikin im Institut Zuntz mit Petroläther erzielt.

(Über die Einrichtung des permanenten Wasserbades s. S. 183.)

Von dem so gewonnenen „Fett“ bringen wir einen genau gewogenen Teil in einen Digestionskolben (Fig. 127), übergießen ihn mit konzentrierter Schwefelsäure, erwärmen anfangs vorsichtig (der Inhalt steigt gern!), später mit voller Flamme, oxydieren und verfahren weiter nach I. Die gefundenen Mengen Stickstoff werden, als Rohproteïn berechnet, von dem Fett abgezogen.

II A. Freie Fettsäuren.[1])

Der gewogene Ätherextrakt wird in 50 ccm eines Gemisches von gleichen Teilen neutralem Alkohol und Äther aufgenommen und unter Zusatz von Phenolphtaleïn mit $^n/_{10}$ NaOH- oder BaOH-lauge austitriert. Die gefundenen Fettsäuren werden auf Ölsäure umgerechnet, und zwar ist 1 ccm $^n/_{10}$ Natronlauge = 0,0282 g $C_{18} H_{34} O_2$.

Über die Schädlichkeit der die Ranzigkeit der Substrate bedingenden freien Fettsäuren für die Höheren wie für die Niederen und Niedrigsten ist im voraufstehenden bereits das Nötige gesagt worden. Dieselben bilden sich unter bakterieller Einwirkung besonders in dem unter hohen Hitzegraden getrockneten oder schlecht (in dumpfigen Räumen) gelagerten Material. Bei den Fischen, besonders den Cypriniden, können sie, wie die von Walter, Hofer u. a. beschriebenen Fälle zeigen, leicht Darmkrankheiten hervorrufen. Im Boden wie im Wasser hemmen sie die Nitrifikation und dadurch das Wachstum. (S. 41, 191.) So lieferten Topfversuche

		mit gutem Kadavermehl g:	mit stark ranzigem Kadavermehl g:
Roggen-	Körner	162	80
	Stroh	324	140
Gerste-	Körner	184	64
	Stroh	289	104

Um die Fettsäuren zu paralysieren, nehmen die Tiere oft instinktiv große Mengen an Alkalien (CaO, MgO usw.) reicher Böden auf.

---

[1]) Landw. Versuchsstationen, Bd. 38, S. 295, Bieler u. Schneidewind a. a. O., S. 23.

II B. Verseifungszahl nach Köttstorfer[1])

gibt die Milligramm Kalilauge an, welche zur Verseifung von 1 g Fett erforderlich sind. Man bringt 1 bis 2 g Fett in ein Kochfläschchen aus bestem Jenenser Glas, welches an einem durchbohrten Korken ein 50 bis 60 cm langes, gerades Glasrohr trägt, versetzt mit 25 ccm $^1/_2$ norm. KOHlauge und einigen Tropfen Phenolphtaleïnlösung, kocht 15 Minuten auf dem Wasserbade und titriert mit $^1/_2$ norm. HCl zurück.

II C. Die Reichert-Meißlsche Zahl[1])

gibt die Anzahl Kubikzentimeter $^1/_{10}$ norm. Alkali an, welche zur Neutralisation von den aus 5 g Fett abdestillierten, flüchtigen Fettsäuren erforderlich sind. Man verseift 5 g Fett mit 10 ccm alkoholischer Kalilauge (20 g KOH in 100 ccm Alkohol von 70° Tr) im Wasserbad. Nach Verdampfen des Alkohols (25 Minuten) löst man die Seife bei etwa 50° C in 100 ccm Wasser, setzt 40 ccm Schwefelsäure (1 : 10), ferner etwas Bimsstein zu und verbindet den Kolben sofort mit dem Apparat (Fig. 26). Man fängt 110 ccm Destillat auf, filtriert 100 ccm ab und titriert unter Phenolphtaleïnzusatz mit $^1/_{10}$ norm. Alkali.

II D. Die Hehnersche Zahl[1])

gibt die Menge der in 100 Teilen Fett enthaltenen wasserunlöslichen Fettsäuren an. 3 g Fett werden mit 50 ccm Alkohol und 2 g Kalilauge verseift, die Lösung wird zur Trockne verdampft, der Rückstand mit 100 ccm heißem Wasser aufgenommen, und aus der Lösung werden mit 5 ccm konz. Schwefelsäure die unlöslichen Fettsäuren gefällt, diese geschmolzen auf ein gewogenes Filter gebracht, mit heißem Wasser ausgewaschen und nach dem Erstarren und Trocknen gewogen.

II E. Jodzahl nach v. Hübl.[2])

Wie namentlich die Untersuchungen von G. Rosenfeld in Breslau ergeben haben,[3]) liefert die Bestimmung des Additions-

---

[1]) Aus dem „Chemiker-Kalender“, Berlin 1906, T. II, S. 452 ff.

[2]) Dinglers pol. Journal, S. 253/281, Fresenius, Ztschr. f. anal. Chem., 25, S. 432 u. 435.

[3]) „Zu den Grundlag. d. Entfettungsmeth.“, Berl. klin. Wochenschr. 1899, No. 30, „Die Herkunft d. Fette“, Verh. XVII. Kongr. f. inn. Med., „D. Biol. d. Fette“, Münchn. med. Wochenschr. 1902, No 1 u. a. m.

vermögens der Fette für Jod ein vorzügliches Mittel, um über die Natur und Herkunft derselben ein Urteil sich zu bilden. Das Fett wird in sehr ähnlicher Form, wie es aufgenommen wird, auch im Körper abgelagert.[1]) Neben diesem Ansatz von Nahrungsfett kann aber auch eine Fettbildung aus Kohlehydraten einhergehen. Dieses letztere Fett hat wiederum bei allen Tierarten dieselbe Beschaffenheit, „Kohlehydratfett."[2])

Hierbei macht mich Mahnkopf darauf aufmerksam, daß eine genaue Untersuchung der reifen Ovarien und Hoden der Fische eines Sees zunächst auf ihren prozentischen Fett- und Mineralstoffgehalt, dann aber auch in bezug auf die Art der Fette und Salze und ihr relatives Verhältnis zueinander sehr wertvolle Aufschlüsse uns namentlich dann zu geben verspricht, wenn wir die biologischen Daten des Sees, besonders indessen das In- und Exterieur der Fische selbst bei diesen Untersuchungen berücksichtigen, das Becken also im Sinne von V. Šusta bonitieren. — Den guten, kräftigen und umgekehrt den verbutteten Bestand immer als ausschließlichen Effekt der Fülle bzw. des Mangels an Nahrung zu betrachten, ist eben nur ein Notanker, den schon das bekannte Verfahren der Chinesen brechen läßt. Die Eier beherbergen das Nährmaterial für den Embryo bis zum Verluste des Dottersackes, sie bilden mithin den Fonds für die aus ihnen ausschlüpfende Generation und weiterhin den Stamm oder Schlag überhaupt, deswegen sollte man sich — endlich — auch etwas mehr um sie kümmern (s. a. Hofer a. a. O., S. 245). — Der Rogen der Roddows und Güstern ist unter normalen Verhältnissen grün, derjenige der Plötze orange, der Barbe, des Karpfens, Döbels, Hasel gelb, der Schleie bräunlich, der Karausche rot, des Barsches weiß Diese Färbung wechselt, wie wir von den Salmoniden wissen, gemäß der Nahrung sehr stark.

---

[1]) Wenn nach einem Ref. in Öst. Fisch.-Ztg., IV, 1, S. 15, N. Zuntz den muddigen Geschmack der Fische auf Fette und speziell Fettsäuren zurückführen zu müssen glaubt, so stimmt das nur bedingt, denn es handelt sich dabei in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle vielmehr um Geschmackstoffe. — Während die Aale der Stuhmer Gewässer infolge reichlicher Bildung von „Leichenfett" noch nach mehreren Jahren unverwest am Grunde lagen (Seligo, „Unt. i. d. Stuhmer Seen", Danzig 1900, S. 37), kann man hier beobachten, daß die Ukeleie, deren Vorliebe für Seifenwasser bekannt ist (Mahnkopf, Marsson), an die Aalpuppen gesteckt, schon in einer Nacht weich werden (S Schüler). Ähnliches ist bei gewissen Karpfen der Fall (Morcinek). Auch hier sind die Fette die Urheber der Erscheinung.

[2]) F. Lehmann-Göttingen, Fischereiber. Landwk. Prov. Hann. 1899, S. 30 ff., Fisch.-Ztg. 1902, No. 8, No. 11—13 u. a. m.

Das Fett gewinnen wir zu diesem Behuf nach dem Vorschlage von W. Cronheim ganz einwandfrei, indem wir eine größere Menge der zu untersuchenden, absolut trockenen Substanz in einem Pulverglase mit eingeriebenem Glasstopfen mit wasserfreiem Äther 2 bis 3 Tage lang bei Zimmertemperatur digerieren, den Ätherextrakt in ein Porzellanschälchen filtrieren und den Äther an der freien Luft (bei Zimmertemperatur) abdunsten. Sobald der Äthergeruch vollkommen verschwunden ist, wägen wir etwa 0,2 bis 0,5 g Fett in einen Standzylinder, wie wir ihn zur Härtebestimmung des Wassers brauchen (s. Fig. 24), ab, lösen es in 10 ccm Chloroform und lassen 20 ccm Jodquecksilberlösung zufließen. Sollte die Flüssigkeit nach dem Umschwenken nicht vollkommen klar sein, wird noch etwas Chloroform hinzugefügt. Ebenso muß man, wenn binnen kurzer Zeit nach dem Jodzusatz eine fast vollständige Entfärbung der Flüssigkeit eintritt, mehr Jodlösung verwenden. Die Menge der letzteren ist so zu bemessen, daß die Flüssigkeit nach 1 bis 2 Stunden noch stark braun gefärbt erscheint.

Nach dieser Zeit ist die Reaktion beendet, und man bestimmt nunmehr die Menge des überschüssig zugesetzten Jods, indem man den Inhalt des Zylinders mit 10 bis 15 ccm der 10prozentigen, wässerigen Jodkaliumlösung versetzt, umschwenkt, mit 150 ccm destilliertem Wasser verdünnt und bis zur schwach gelblichen Färbung mit Natriumthiosulfat zurücktitriert. Nach Zusatz von 1 ccm Stärkekleister wird weiter titriert, bis die blaue Farbe verschwunden ist und das Chloroform am Boden der Flasche farblos erscheint.

Von der durch die 20 bzw. mehr als 20 ccm der Jodquecksilberlösung zugesetzten Jodmenge wird die zurücktitrierte in Abzug gebracht. Die Differenz ist an Fett gebunden. — Die absorbierte Jodmenge wird auf 1 g Fett umgerechnet und diese Zahl als „Jodzahl“ des Fettes bezeichnet. — 1 ccm $^{n}/_{10}$ Thiosulfatlösung = 0,0127 g Jod.

1. Alkoholische Jodquecksilberlösung. 25 g Jod, in 500 ccm 95prozentigem, fuselfreiem Alkohol gelöst, werden vermischt mit einer Lösung von 30 g Quecksilberchlorid in 500 ccm 95prozentigem, fuselfreiem Alkohol. (Die vereinigte und gründlich gemischte Lösung darf frühestens nach 12stündigem Stehen benutzt werden. [s. „Normallösungen“ am Schluß.])

2. Natriumthiosulfatlösung. 24 g kristallisiertes Natriumthiosulfat zu 1 l mit destilliertem Wasser gelöst. Der Titre dieser

Lösung wird mit 0,2 bis 0,4 g reinem, frisch sublimiertem Jod eingestellt. (s. „Titrierte Normallösungen" am Schluß. — Bei der von Kahlbaum gelieferten Thiosulfatlösung ist übrigens die äquivalente Menge Jod angegeben. — Lösung im Dunklen aufbewahren!)

Zur Einstellung der Jodquecksilber- auf die Natriumthiosulfatlösung werden 10 ccm der ersteren in einem Standzylinder mit Glasstopfen, mit 10 ccm Chloroform versetzt und unter zeitweiligem Umschütteln 2 bis 3 Stunden lang im Dunkeln beiseite gestellt. Alsdann fügt man 10 ccm der Jodkaliumlösung (No. 3) zu und verdünnt mit destilliertem Wasser auf etwa 150 ccm.

Nun läßt man aus einer in $^1/_{10}$ ccm geteilten Bürette, unter häufigem Umschütteln, so lange Natriumthiosulfatlösung vorsichtig zufließen, bis die Flüssigkeit eben noch gelb erscheint, versetzt mit 1 ccm Stärkelösung und titriert vorsichtig unter tropfenweisem Einfließenlassen weiter, bis die blaue Farbe gerade verschwindet und das am Boden befindliche Chloroform farblos erscheint.

Aus der verbrauchten Menge der auf reines Jod eingestellten Natriumthiosulfatlösung berechnet man das in 10 ccm Jodquecksilberlösung enthaltene Quantum von aktivem Jod.

Da die Jodquecksilberlösung sich fortgesetzt ändert, muß vor jeder neuen Versuchsreihe der Titre derselben in der eben skizzierten Weise festgestellt werden.

3. Jodkaliumlösung. 1 g reines Jodkalium zu 10 ccm destilliertem Wasser.

4. Reines Chloroform.

5. Stärkelösung. 1 g Stärke wird in 100 ccm kochendes Wasser eingetragen, unter tüchtigem Umrühren mit einem Glasstab so lange gekocht, bis alle Stärke gequollen ist, die Flüssigkeit klar erscheint. Die Lösung ist von Fall zu Fall frisch zu bereiten. Sehr brauchbar ist die lösliche Stärke (Amidulin).

III. Rohfaser bzw. Chitin.

Die Bestimmung der Rohfaser bzw. des Chitins geschieht nach Holdefleiß und Salkowski in folgender Weise:[1])

In den engen, konisch auslaufenden Hals eines birnenförmigen Gefäßes A (einer sogenannten Rohfaserbirne — s. die nachstehende Figur 141) bringt man einen Büschel langfaserigen, ausgeglühten Asbest, den man mit dem Munde festsaugt. Darauf verschließt man a durch Überziehen eines Stückchen Gummischlauches mit Quetschhahn. In das Gefäß werden weiter 3 g der trockenen Substanz eingewogen und mit 200 ccm einer kochenden Flüssig-

[1]) J. Koenig, „Die Untersuchung landw. und gew. wichtiger Stoffe", S. 234ff., Holdefleiß, Landw. Jahrbücher 1877, Suppl.-Heft 103.

keit, die 50 ccm einer 5prozentigen Schwefelsäure enthält, übergossen. A wird, um Wärmeausstrahlung zu vermeiden, in ein dickes Tuch fest eingewickelt, und hierauf durch das Glasrohr c bis auf den Boden der in C entwickelte Dampf eingeleitet. Durch Regulierung der Flamme unter C hat man es in der Hand, ein Hinausschleudern sowie ein Zurücksteigen der kochenden Flüssig-

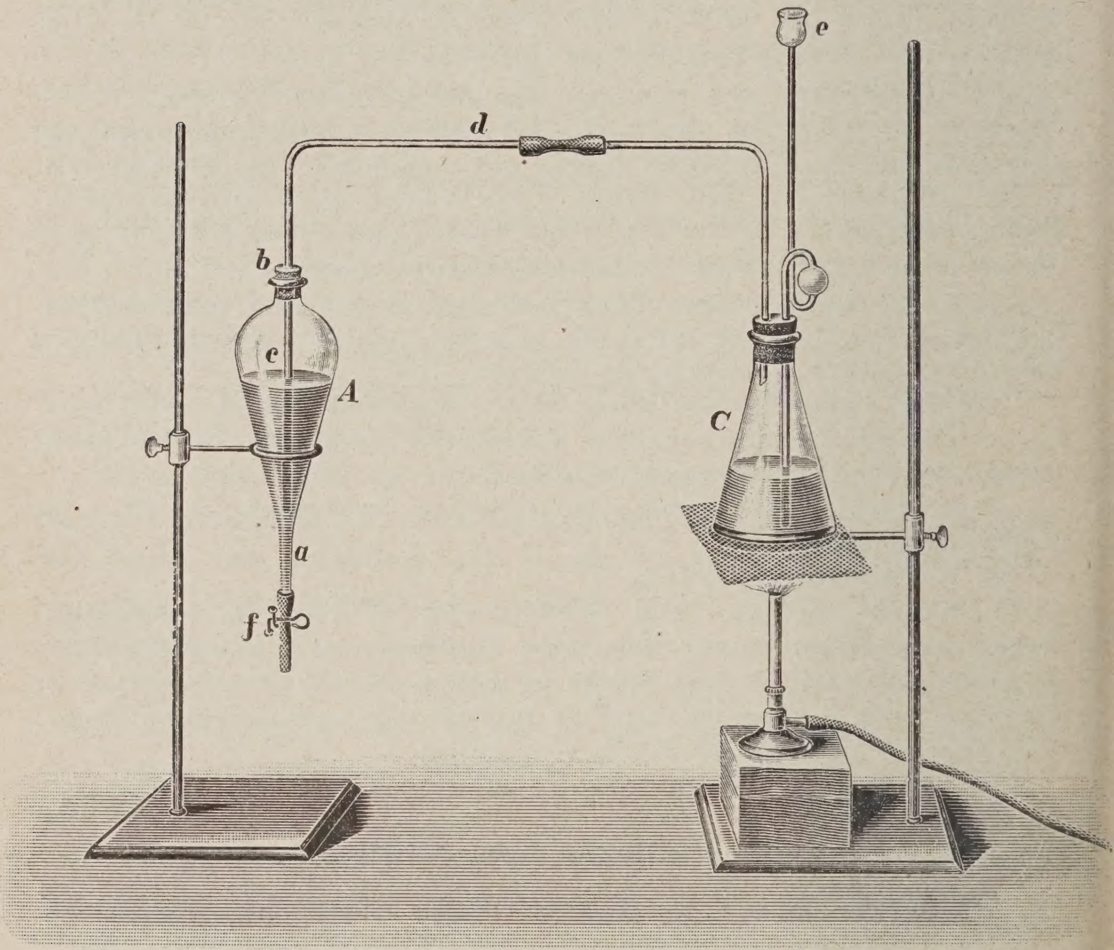


Fig. 141.
Rohfaserbirne nach Holdefleiß.

keit von A nach C zu verhindern. (Diese Gefahr wird übrigens durch das bei C angebrachte u-förmige Steigrohr e beseitigt.) Nach genau $^1/_2$ Stunde löst man den Schlauch d von c, öffnet den Quetschhahn f, läßt die Flüssigkeit ablaufen, wäscht zweimal mit heißem, destilliertem Wasser aus, klemmt f wieder zu, kocht $^1/_2$ Stunde mit 200 ccm 1,25prozentiger KOH- oder NaOHlauge, läßt nach dieser Zeit nach Abnahme von d und Öffnen von f

wieder ablaufen, wäscht erneut mit heißem Wasser, dann mit Alkohol und Äther aus und trocknet den Rückstand mit der Rohfaserbirne. Den trockenen Rückstand bringt man quantitativ in einen gewogenen Platintiegel, trocknet nochmals bei 100 bis 105° C 3 Stunden lang, läßt im Exsikkator erkalten und wägt. Hierauf wird verascht, geglüht, wieder erkalten gelassen und gewogen. Erste minus zweite Wägung ergibt das Gewicht der Rohfaser bzw. des Chitins.

Auf diese Weise erhält man die aschefreie Holzfaser. Vielfach ist es aber wichtig, auch die proteïnfreie Holzfaser bzw. die Menge des stickstofffreien Chitins kennen zu lernen. Man stellt alsdann in der eben skizzierten Weise eine zweite Portion Rohfaser her, ermittelt deren Stickstoffgehalt nach Seite 510, multipliziert letzteren mit 6,25 und bringt diese Menge in Abzug.

Hätten wir gefunden: 3 g der Substanz = 0,742 g aschefreies Chitin
= 0,0062 g N „ = 0,039 (0,0387) g Proteïn

so enthielten dieselben an stickstoff- und aschefreiem Chitin = 0,703 g.

IV. Kohlehydrate.

a) Die Kohlehydrate ermittelt man meist auf indirektem Wege. — Kennen wir den Wasser-, Stickstoff-, Aschen- und Fettgehalt einer Substanz, sowie die in derselben enthaltene Menge proteïn- und aschenfreie Rohfaser, so ziehen wir die Summe dieser Bestandteile von 100 ab, den Rest stellen wir als Kohlehydrate bzw. stickstofffreie Extraktstoffe in Rechnung (s. a. S. 524).

Enthielten beispielsweise Pflanzensamen, die, auf der Oberfläche des Wassers treibend, von uns aufgefischt wurden:

Rohproteïn	13,62
Rohfett	4,22
An Alkali gebundene Fettsäuren	1,06
Rohfaser	8,90
Rohasche	5,22
Wasser	8,96
Summa	41,98 %,

so wäre der Rest von 100,00 — 41,98 = 58,02 % als stickstofffreie Extraktstoffe anzusprechen.

Dieses Verfahren gibt nach den von anderen und von mir im Institut Zuntz ausgeführten vergleichenden Untersuchungen weit sicherere und zuverlässigere Resultate als die direkte Analyse, weil wir ja bei letzterer alle kohlehydratartigen Substanzen, also Rohr-, Trauben-, Malzzucker, Stärke usw., über einen Kamm scheren.

b) Hat man dagegen Lösungen, die bloß ein Kohlehydrat enthalten, oder will man nur — wie beim künstlichen Verdauungsversuch — ein einziges Kohlehydrat, nämlich den aus der Stärke gebildeten Traubenzucker, nachweisen, so bedient man sich zweckmäßig des von Fehling vorgeschlagenen, von Soxhlet weiter ausgearbeiteten Titrierverfahrens:

Hierbei sind, soweit es sich nicht, wie beim Filtrat vom künstlichen Verdauungsversuch, um schon fertig gebildete Dextrose handelt, nach den Untersuchungen von Märcker und Morgen folgende Verhältnisse einzuhalten[1]):

3 g Stärkemehl werden mit 200 ccm Wasser verkleistert und mit 15 ccm Salzsäure von 1,125 spez. Gewicht 2 Stunden lang im Kochen gehalten. Zur Verhinderung der Wasserverdunstung nimmt man die Prozedur in Kochflaschen mit aufgesetztem, 0,5 bis 1,0 m langem Glasrohr im Wasser- oder Ölbade vor; ein Rückflußkühler ist unnötig. Nach dem Erkalten neutralisiert man die Salzsäure annähernd durch Kalilauge und füllt auf 500 ccm auf.

Soll jedoch das Stärkemehl in Körnerfrüchten, Kartoffeln, den Rückständen der künstlichen Verdauung, Kot u. a. m. bestimmt werden, so sind noch vorbereitende Operationen nötig, weil durch die direkte Behandlung mit Salzsäure nicht allein das Stärkemehl, sondern auch andere Substanzen in Zucker verwandelt werden, die Bestimmungen mithin leicht zu hoch ausfallen können.[2])

Die für die Untersuchung in diesen Fällen anzuwendenden Methoden sind folgende[3]):

α) 3 g der staubfein gemahlenen Körner werden, ev. nach vorhergegangener Entfettung, mit etwa 100 ccm Wasser eine halbe Stunde lang im Ölbade, am besten in Flaschen mit Steigröhre, zerkocht, auf 65° C abgekühlt, mit 10 ccm Normalmalzextrakt (100 g Grünmalz auf 1000 ccm Wasser) versetzt, eine halbe Stunde lang auf dieser Temperatur gehalten, dann nochmals eine viertel Stunde gekocht. Nach abermaliger Abkühlung auf 65° C und wiederholtem halbstündigen Halten auf dieser Temperatur mit einer weiteren, gleichen Portion Malzextrakt kocht man auf,

---

[1]) Märcker, „Handb. d. Spiritusfabrikation“, Berlin 1890, S. 78.
[2]) Bieler u. Schneidewind a. a. O., S. 105.
[3]) Märcker a. a. O., S. 91.

kühlt ab und füllt auf 250 ccm auf. Hiervon werden 200 ccm des Filtrates, wie oben angegeben, mit 15 ccm Salzsäure von 1,125 spez. Gewicht invertiert, neutralisiert und auf 500 ccm gebracht. In 50 ccm bestimmt man den Zucker. — Natürlich muß der Dextrosewert der angewendeten Menge Malzextrakt eruiert und von dem gesamten in Abzug gebracht werden.

Beispiel: 3 g Glyceriasamen auf 250 ccm, davon 200 invertiert und auf 500 aufgefüllt, davon 50 (= 0,24 g Substanz) zur Reduktion = 0,3312 g Cu = 0,1738 g Dextrose nach der Tabelle von F. Allihn, Seite 548.

50 ccm Malzextrakt invertiert, auf 250 ccm aufgefüllt, davon 50 reduziert = 0,1907 g Cu = 0,0976 g Dextrose in 10 ccm Malzextrakt; in den angewendeten 1,6 ccm folglich 0,0156 g.

Dextrosewert insgesamt	= 0,1738	
ab für 1,6 ccm Malzextrakt	= 0,0156	
in 0,24 g Substanz	= 0,1582	Dextrosewert
	= 0,1424	Stärkewert (D : S = 10 : 9)
	= **59,33 %**	**Stärke.**

β) Die Bestimmung der Stärke unter Mitwirkung des Hochdruckes (Reinkesches Verfahren): 3 g der ev. vorher entfetteten, recht fein gemahlenen Substanz werden im Metallbecher mit 25 ccm 1prozentiger Milchsäure und 30 ccm Aqu. dest. angerührt und zugedeckt im Soxhletschen Autoklaven (Fig. 142) $2^1/_2$ Stunden lang auf $3^1/_2$ Atmosphären erhitzt. Nach dem Erkalten wird der Inhalt des Bechers mit 50 ccm heißem Wasser versetzt, in einen 250 ccm-Kolben gespült, den wir bis zur Marke auffüllen, etwa eine halbe Stunde lang unter häufigem Umschütteln stehen gelassen, endlich abfiltriert. 200 ccm werden, wie bereits beschrieben, mit Salzsäure invertiert, neutralisiert, auf 500 ccm aufgefüllt. In 50 ccm wird die Dextrosebestimmung ausgeführt.

Beispiel: 3 g pflanzliches Plankton auf 250 ccm, davon 200 invertiert auf 500 gebracht. Von diesen reduzieren 50 ccm (= 0,24 g Substanz) 271 mg Cu = 140,6 mg Dextrose

in 0,24 g Substanz	= 0,1406 g	Dextrose,
	= 0,1265 g	Stärke,
Mithin enthält die Substanz	= 52,70 %	Stärke.

Man bringt 25 ccm der Kupfersulfat- und ebenso viele Kubikzentimeter der alkalischen Seignettesalzlösung in einem ca. 250 ccm

fassenden Kolben aus bestem Jenenser Glase zum Kochen und läßt dann von der betreffenden Zuckerlösung, die vorher filtriert und ev. durch Tierkohle entfärbt werden muß, aus einer Bürette so lange kleinere Dosen zufließen, bis nach entsprechender Kochdauer die Flüssigkeit nicht mehr blau ist.

Die Kochdauer beträgt:

für Traubenzucker, Invertzucker, Lävulose	2	Minuten
für Maltose	4	„
für Milchzucker	6	„

Auf diese Weise wird vorläufig ungefähr festgestellt, wieviel Kubikzentimeter der Zuckerlösung 50 ccm der Fehlingschen Kupfersulfat-Seignettesalzmischung entsprechen, bzw. wieviel Prozent Zucker die Lösung enthält. Durch Verdünnen und Eindampfen muß die Lösung alsdann etwa 1 prozentig gemacht werden.

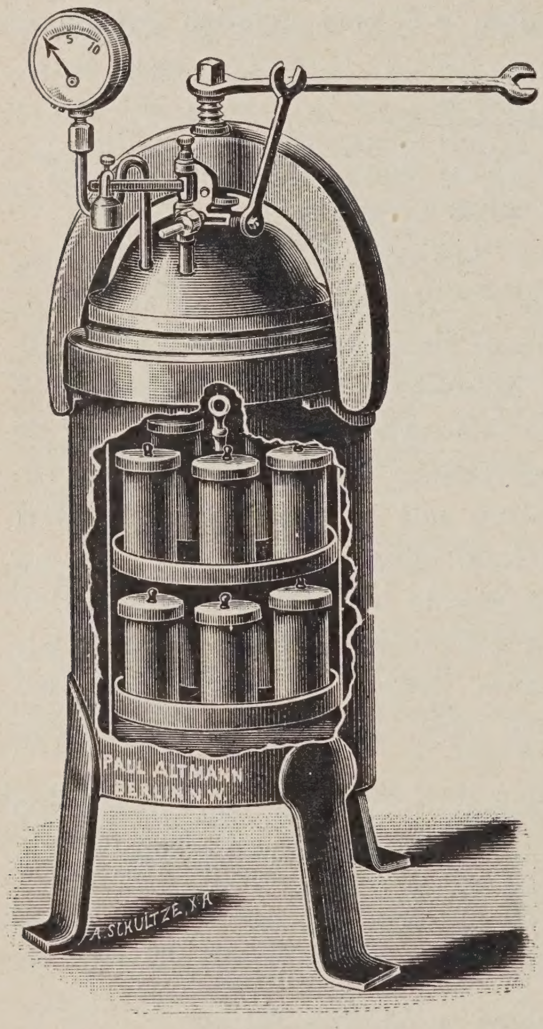


Fig. 142.
Autoklav zur Auflösung der Stärke unter höherem Druck.
Nach Soxhlet.

Ist dies geschehen, so füllt man die Bürette mit der gutgemischten, klaren Zuckerlösung und weiterhin 3 bis 4 Kolben mit dem Gemisch von 25 ccm Kupfersulfat- und 25 ccm Seignettesalzlösung, nimmt einen davon, erhitzt ihn zum Kochen, fügt von der auf 1 % gestellten Zuckerlösung die der beim Vorversuch gebrauchten äquivalente Menge annähernd zu und läßt so lange weiter sieden, als für die betreffende Zuckerart notwendig ist. Hierauf nimmt man das Fläschchen herunter, wartet 1 bis 2 Minuten und hält es nun schräg nach vorn geneigt über einen Bogen weißes Papier. Ist die

Flüssigkeit noch blau oder grünlich, so stellt man den Kolben zurück, fügt vorsichtig kleinere Mengen der Zuckerlösung zu, kocht wieder 2 bzw. 4 oder 6 Minuten, nimmt ab, prüft und fährt so fort, bis die obenstehende Flüssigkeit nicht mehr blau erscheint, wobei man zuletzt, um Spuren von Blaufärbung noch deutlich zu machen, die Flüssigkeit in der Kochflasche nach dem Vorschlage von J. Munk mit einigen Kubikzentimetern einer konzentrierten Chlorcalciumlösung versetzt. — War die Flüssigkeit dagegen gelb, so muß sie auf Kupfer untersucht werden. Man filtriert zu diesem Behuf ein kleines Quantum durch ein heiß angespritztes Barytfilter in ein Reagenzgläschen, säuert das Filtrat mit Essigsäure an und fügt frisch bereitete Ferrocyankaliumlösung zu: dunkle Rotfärbung zeigt einen Überschuß, Rosafärbung nur Spuren von Cu an, das Ausbleiben der Rötung deutet auf eine völlige Reduktion des Kupfers, also ein Plus an Zuckerlösung.

So fährt man fort, bis von zwei aufeinander folgenden Titrierungen die eine einen minimalen Überschuß an Kupfer, die andere einen solchen an Zucker ergibt. Die Fehlingsche Zahl liegt in der Mitte. Die Titrierungen sind mit neuen Portionen Fehlingscher Lösung derart zu wiederholen, daß man das vorher gebrauchte Volumen der Zuckerlösung nahezu auf einmal zufließen läßt und weiter wie oben verfährt.

Die Berechnung ergibt sich ohne weiteres aus den von Soxhlet[1]) für die verschiedenen Zuckerarten eruierten Reduktionsverhältnissen, nach denen bei ca. 1 prozentigen Solutionen 50 ccm Fehlingscher Lösung entsprechen:

= 0,2375 g Traubenzucker,
= 0,2470 g Invertzucker,
= 0,2572 g Lävulose,
= 0,3890 g Maltose,
= 0,3380 g Milchzucker.

c) Gewichtsanalytisch. 60 ccm Fehlingsche Lösung (30 ccm Kupfersulfat-, 30 ccm Seignettesalzlösung) werden mit 60 ccm Wasser in einer Porzellankasserolle (Fig. 90) verdünnt, zum Sieden erhitzt und mit 25 ccm einer 0,5 bis 1 prozentigen Zucker-

[1]) E. Wolff, „Anl. z. Unters. landw. wicht. Stoffe“, 4. Aufl., S. 10/11.

lösung versetzt 2 Minuten lang im Sieden erhalten. — Die Flüssigkeit muß dabei blau bleiben. — Man filtriert durch ein mit gut gewaschenem Asbest beschicktes Allihn-Röhrchen, wäscht bis zum Verschwinden der alkalischen Reaktion mit heißem Wasser, weiter mit absolutem Alkohol und Äther aus, trocknet bei 110⁰ und wägt. Die Gewichtszunahme entspricht dem Kupferoxydul.

Zur Berechnung des Zuckergehaltes aus dem Kupferoxydul multipliziert man mit $\frac{18}{35,7} = 0,5042$.

Fehlingsche Lösung. Man bereitet eine heiß gesättigte Lösung von chemisch reinem Kupfersulfat des Handels und rührt beim Erkalten (welches man durch Einstellen der Schale in ein Gefäß mit kaltem Wasser beschleunigt) fortwährend mit einem Glasstabe um, so daß sich keine großen Kristallwasser einschließenden, sondern bloß kleine Kristalle bilden. Diese filtriert man, preßt sie gründlich zwischen Filtrierpapier ab und löst 69,278 g in destilliertem Wasser zu 1 l.

Die Seignettesalzlösung bereitet man — tunlichst häufig frisch —, indem man 173 g weinsaures Natriumkalium in 400 ccm destillirtem Wasser löst und dazu 100 ccm Natronlauge, welche 516 g Natriumhydroxyd im Liter enthält, gießt.

Die Lösungen werden getrennt im Dunkeln aufbewahrt und nur beim Gebrauch gemischt.

Ferrocyankaliumlösung. Stets frisch zu bereiten! 1 Teil Ferrocyankalium : 12 Teilen destilliertes Wasser.

Die Allihn-Röhrchen bestehen aus sehr festem Glase. Unten in die Spitze derselben bringt man zunächst einen durchlöcherten Platinkonus so, daß sich dessen Ränder gut der Glaswandung anschmiegen. Dann beschickt man ihn mit feinfaserigem, fein geschabtem Asbest, der vorher gehörig in Salpetersäure, hierauf mit Kalilauge und endlich wiederholt mit kochendem Wasser ausgewaschen wurde und nun mit Hilfe eines Glasstabes so fest gestopft wird, daß einerseits das feinkörnige Kupferoxydul nicht durchgehen kann, andererseits die Filtration nicht behindert wird. — Hierzu gehört einiges Geschick. — Dabei muß jedoch folgendes erwähnt werden: Es gibt Asbest, welcher durch das Filtrieren der alkalischen Fehlingschen Lösung und das Lösen des gesammelten Kupfers beim Reinigen der Röhrchen mit Salpetersäure sehr stark an Gewicht verliert (oft 10 mg und mehr). Man muß daher, ehe man dasselbe in Gebrauch nimmt, jedes Rohr nach dieser Richtung prüfen und wird eine für brauchbar befundene Asbestsorte ein für allemal reservieren.[1]) Auch bei An-

---

[1]) Derartige Röhrchen liefert fertig montiert Dr. Allihn, i. Fa. Warmbrunn, Quilitz & Co., Berlin NW., Haidestraße 55/57.

wendung des besten Materiales tritt übrigens bei neu beschickten Röhren ein bedeutender Gewichtsverlust ein; daher soll man stets eine Anzahl blinder Bestimmungen ausführen, und darf man das Röhrchen erst dann in Gebrauch nehmen, wenn es nicht mehr als 1 bis 2 mg an Gewicht verliert.

Am besten filtriert die Flüssigkeit, wenn man das Allihn-Röhrchen, wie in Figur 143, mit einem Gummistopfen auf eine Saugflasche setzt und diese mit dem Sauger eines Wasserstrahlgebläses in Verbindung bringt. Indem man die Saugflasche auf einen Bogen weißes Papier stellt, beobachtet man gleichzeitig, ob etwa rotes Kupferoxydul in das Filtrat mit übergerissen wird.

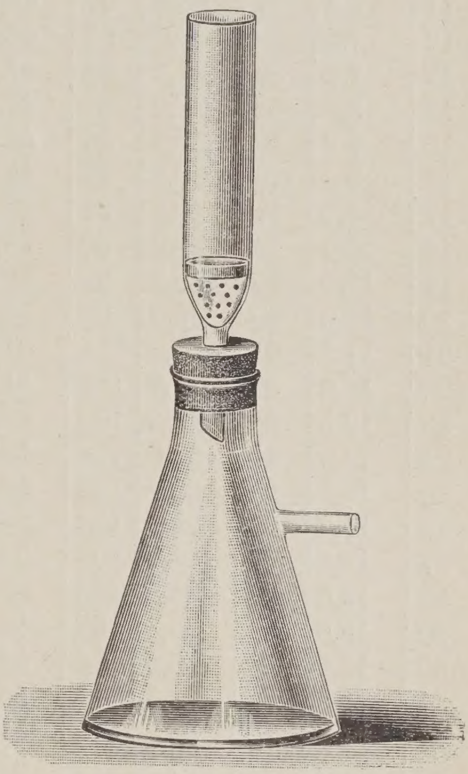


Fig. 143.
Allihn-Röhrchen auf Saugflasche montiert.

Die letzten Spuren des roten Niederschlages bringt man durch Spritzen mit heißem Wasser und Nachfegen mit einer kleinen, dreieckig zugeschnittenen, steifen Federfahne in das Röhrchen.

Letzteres wird nach dem Auswaschen mit heißem Wasser mit Alkohol, dann mit Äther nachgespült, im Trockenschrank ca. 1 Stunde lang bei 110^0 getrocknet, darauf im Wasserstoffstrom bei kleiner Flamme reduziert. (Vorsicht, Knallgas! Als „Sicherheitsventil" ein anderes, mit Kupferdrahtnetz beschicktes derart einschalten, daß das getrocknete Wasserstoffgas, in dieses eintretend, durch das schräg nach abwärts geneigte Allihn-Röhrchen hindurchgeht. Mit dem Erhitzen erst dann beginnen, wenn die Luft ausgetrieben ist!) Sind die bei der Reduktion auftretenden Wassertropfen verdampft, und ist sämtliches Kupfer mattrot, läßt man im Wasserstoffstrome erkalten und wägt nach Entfernung des Wasserstoffs durch Diffusion in einem Exsikkator als metallisches Kupfer.

Das Filtrierrohr wird sodann gereinigt, indem man das Cu in einigen Kubikzentimetern konzentrierter Salpetersäure löst, mit Wasser auswäscht und das Trocknen durch etwa zweimaliges Aufgießen von Alkohol und Äther befördert. Es ist richtiger, die Röhre nach dieser Prozedur zu wägen und dieses End-, nicht das Anfangsgewicht, in Abzug zu bringen. — Die Röhrchen halten eine fast unbegrenzte Anzahl von Bestimmungen aus.

Bestimmung des Traubenzuckers (Dextrose)
nach F. Allihn.

Cu	Dextrose	Cu	Dextrose	Cu	Dextrose	Cu	Dextrose	Cu	Dextrose	Cu	Dextrose
Milligramm											
10	6,1	50	25,9	90	45,9	130	66,2	170	86,9	210	107,9
11	6,6	51	26,4	91	46,4	131	66,7	171	87,4	211	108,4
12	7,1	52	26,9	92	46,9	132	67,2	172	87,9	212	109,0
13	7,6	53	27,4	93	47,4	133	67,7	173	88,5	213	109,5
14	8,1	54	27,9	94	47,9	134	68,2	174	89,0	214	110,0
15	8,6	55	28,4	95	48,4	135	68,8	175	89,5	215	110,6
16	9,0	56	28,8	96	48,9	136	69,3	176	90,0	216	111,1
17	9,5	57	29,3	97	49,4	137	69,8	177	90,5	217	111,6
18	10,0	58	29,8	98	49,9	138	70,3	178	91,1	218	112,1
19	10,5	59	30,3	99	50,4	139	70,8	179	91,6	219	112,7
20	11,0	60	30,8	100	50,9	140	71,3	180	92,1	220	113,2
21	11,5	61	31,3	101	51,4	141	71,8	181	92,6	221	113,7
22	12,0	62	31,8	102	51,9	142	72,3	182	93,1	222	114,3
23	12,5	63	32,3	103	52,4	143	72,9	183	93,7	223	114,8
24	13,0	64	32,8	104	52,9	144	73,4	184	94,2	224	115,3
25	13,5	65	33,3	105	53,5	145	73,9	185	94,7	225	115,9
26	14,0	66	33,8	106	54,0	146	74,4	186	95,2	226	116,4
27	14,5	67	34,3	107	54,5	147	74,9	187	95,7	227	116,9
28	15,0	68	34,8	108	55,0	148	75,5	188	96,3	228	117,4
29	15,5	69	35,3	109	55,5	149	76,0	189	96,8	229	118,0
30	16,0	70	35,8	110	56,0	150	76,5	190	97,3	230	118,5
31	16,5	71	36,3	111	56,5	151	77,0	191	97,8	231	119,0
32	17,0	72	36,8	112	57,0	152	77,5	192	98,4	232	119,6
33	17,5	73	37,3	113	57,5	153	78,1	193	98,9	233	120,1
34	18,0	74	37,8	114	58,0	154	78,6	194	99,4	234	120,7
35	18,5	75	38,3	115	58,6	155	79,1	195	100,0	235	121,2
36	18,9	76	38,8	116	59,1	156	79,6	196	100,5	236	121,7
37	19,4	77	39,3	117	59,6	157	80,1	197	101,0	237	122,3
38	19,9	78	39,8	118	60,1	158	80,7	198	101,5	238	122,8
39	20,0	79	40,3	119	60,6	159	81,2	199	102,0	239	123,4
40	20,9	80	40,8	120	61,1	160	81,7	200	102,6	240	123,9
41	21,4	81	41,3	121	61,6	161	82,2	201	103,2	241	124,4
42	21,9	82	41,8	122	62,1	162	82,7	202	103,7	242	125,0
43	22,4	83	42,3	123	62,6	163	83,3	203	104,2	243	125,5
44	22,9	84	42,8	124	63,1	164	83,8	204	104,7	244	126,0
45	23,4	85	43,4	125	63,7	165	84,3	205	105,3	245	126,6
46	23,9	86	43,9	126	64,2	166	84,8	206	105,8	246	127,1
47	24,4	87	44,4	127	64,7	167	85,3	207	106,3	247	127,6
48	24,9	88	44,9	128	65,2	168	85,9	208	106,8	248	128,1
49	25,4	89	45,4	129	65,7	169	86,4	209	107,4	249	128,7

Cu	Dex-trose	Cu	Dex-trose	Cu	Dex-trose	Cu	Dex-trose	Cu	Dex-trose	Cu	Dex-trose
Milligramm											
250	129,2	286	148,8	322	168,6	358	188,9	394	209,4	430	230,4
251	129,7	287	149,4	323	169,2	359	189,4	395	210,0	431	231,0
252	130,3	288	149,9	324	169,7	360	190,0	396	210,6	432	231,6
253	130,8	289	150,5	325	170,3	361	190,6	397	211,2	433	232,2
254	131,4	290	151,0	326	170,9	362	191,1	398	211,7	434	232,8
255	131,9	291	151,6	327	171,4	363	191,7	399	212,3	435	233,4
256	132,4	292	152,1	328	172,0	364	192,3	400	212,9	436	233,9
257	133,0	293	152,7	329	172,5	365	192,9	401	213,5	437	234,5
258	133,5	294	153,2	330	173,1	366	193,4	402	214,1	438	235,1
259	134,1	295	153,8	331	173,7	367	194,0	403	214,6	439	235,7
260	134,6	296	154,3	332	174,2	368	194,6	404	215,2	440	236,3
261	135,1	297	154,9	333	174,8	369	195,1	405	215,8	441	236,9
262	135,7	298	155,4	334	175,3	370	195,7	406	216,4	442	237,5
263	136,2	299	156,0	335	175,9	371	196,3	407	217,0	443	238,1
264	136,8	300	156,5	336	176,5	372	196,8	408	217,5	444	238,7
265	137,3	301	157,1	337	177,0	373	197,4	409	218,1	445	239,3
266	137,8	302	157,6	338	177,6	374	198,0	410	218,7	446	239,8
267	138,4	303	158,2	339	178,1	375	198,6	411	219,3	447	240,4
268	138,9	304	158,7	340	178,7	376	199,1	412	219,9	448	241,0
269	139,5	305	159,3	341	179,3	377	199,7	413	220,4	449	241,6
270	140,0	306	159,8	342	179,8	378	200,3	414	221,0	450	242,2
271	140,6	307	160,4	343	180,4	379	200,8	415	221,6	451	242,8
272	141,1	308	160,9	344	180,9	380	201,4	416	222,2	452	243,4
273	141,7	309	161,5	345	181,5	381	202,0	417	222,8	453	244,0
274	142,2	310	162,0	346	182,1	382	202,5	418	223,3	454	244,6
275	142,8	311	162,6	347	182,6	383	203,1	419	223,9	455	245,2
276	143,3	312	163,1	348	183,2	384	203,7	420	224,5	456	245,7
277	143,9	313	163,7	349	183,7	385	204,3	421	225,1	457	246,3
278	144,4	314	164,2	350	184,3	386	204,8	422	225,7	458	246,9
279	145,0	315	164,8	351	184,9	387	205,5	423	226,3	459	247,5
280	145,5	316	165,3	352	185,4	388	206,0	424	226,9	460	248,1
281	146,1	317	165,9	353	186,0	389	206,5	425	227,5	461	248,7
282	146,6	318	166,4	354	186,6	390	207,1	426	228,0	462	249,3
283	147,2	319	167,0	355	187,2	391	207,7	427	228,6	463	249,9
284	147,7	320	167,5	356	187,7	392	208,3	428	229,2		
285	148,3	321	168,1	357	188,3	393	208,8	429	229,8		

V. Asche.

a) Größere Mengen der trockenen Substanz werden in eine vorher ausgeglühte und -tarierte Platinschale eingewogen und mit kleiner Flamme erhitzt, bis das Ganze gleichmäßig verkohlt

ist. Die Kohle zerkleinert und extrahiert man gehörig mit kochendem Wasser, filtriert, wirft den Rückstand mit dem Filter in die Schale, trocknet im Trockenschrank und glüht darauf so lange unter Umrühren und Zerkleinern der Klümpchen mit einem Platinspatel, bis der Rückstand ein homogenes weißes oder höchstens gelbliches Pulver bildet. Den Platinspatel läßt man erkalten, wischt ihn mit einem kleinen Stück Filtrierpapier — am besten einem Endchen von einem aschefreien Filter — sauber ab und verascht letzteres ebenfalls. Man läßt erkalten, gibt das Filtrat zu, dampft im Wasserbade zur Trockene ein, trocknet im Trockenschrank eine Stunde bei genau 100° C, läßt im Exsikkator erkalten und wägt. Die gefundene Menge ist Rohasche.

b) Sand, Kieselsäure usw. Den Inhalt der Schale befeuchtet man wiederholt mit konzentrierter Salzsäure und dampft ihn ebenso oft zur Trockene ein, läßt ihn längere Zeit im Trockenschrank bei 110° C stehen, befeuchtet nach dem Erkalten wieder mit konzentrierter Salzsäure und extrahiert mit heißem Wasser. Die ungelösten Stoffe werden auf einem bei 110° C (im Wägegläschen) getrockneten und gewogenen Filter gesammelt, mit heißem Wasser bis zum Verschwinden der Chlorreaktion ausgewaschen, bei 110° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, während das Filtrat auf ein bestimmtes Volumen — 250 oder 500 ccm — gebracht wird. Nach dem Trocknen läßt sich der Inhalt des Filters ziemlich quantitativ von diesem lösen. Er wird in einer geräumigen Platinschale mehrmals mit einer konzentrierten Lösung von Natriumkarbonat unter Zusatz von Natronlauge ausgekocht, die Flüssigkeit durch dasselbe Filter, welches vorher gebraucht wurde, filtriert, der Rückstand gehörig ausgewaschen und das Filter geglüht. Die gefundene Menge ist Sand.

c) Die Kieselsäure wird durch Übersättigen der alkalischen Lösung mit Salzsäure wieder abgeschieden, zur Trockene verdampft, einige Zeit im Trockenschranke erhitzt, der Rückstand mit etwas angesäuertem Wasser ausgekocht und dem Gewichte nach bestimmt.

d) Von dem auf 500 ccm gebrachten (salzsauren) Filtrat (s. oben) verwendet man zunächst 50 bis 100 ccm zur Bestimmung des Eisenoxyds. Man neutralisiert annähernd mit Ammoniak, versetzt mit Ammoniumazetat, erwärmt gelinde, filtriert das ausgeschiedene, phosphorsaure Eisen ab, wäscht mit heißem Wasser aus, glüht

und wägt. — Die Hälfte der gewogenen Menge wird als „Eisenoxyd“ in Rechnung gestellt.

e) Das Filtrat von dieser Bestimmung dient zum Nachweise von Kalk in der Seite 421/422 geschilderten Weise,

f) das Filtrat der Kalkanalyse bzw. eine neue Portion des ursprünglichen wird zur Bestimmung der Magnesia benutzt (Zitratmethode s. S. 188).

g) Kali und Natron werden nach Seite 219 eruiert, doch muß hier, um alle Phosphorsäure sicher auszuschalten, vor dem Zusatz der Ammonlösung noch mehr oder weniger Eisenchlorid zugesetzt werden.

VI. Phosphorsäure.[1])

Zur Bestimmung der Phosphorsäure verwendet man nicht die Asche, sondern die ursprüngliche Substanz. Wie bereits Seite 203 ff. erwähnt wurde, verflüchtet sich der organisch gebundene Teil von jener beim Veraschen zugleich mit der organischen Substanz. Dadurch entstehen natürlich mehr oder minder grobe Fehler.

Wir wägen also von der ursprünglichen, zur Gewichtskonstanz getrockneten Substanz ein größeres Quantum — mindestens 5 g — ab und oxydieren, wie Seite 197 angegeben, mit konzentrierter Schwefel- und Salpetersäure. (Vorsicht, namentlich bei Körnern! Erst eine Weile in der Kälte stehen lassen, dann mit kleiner Flamme erhitzen und, sobald der Kolbeninhalt zu „steigen“ anfängt, Flamme sofort wegnehmen! — Bei Algen und Pflanzen zuerst nur mit Schwefelsäure übergießen, stehen lassen, dann tropfenweise Salpetersäure zusetzen, bis eine gleichmäßige Verkohlung der Masse eintritt, darauf wieder Schwefelsäure und nach und nach unter Erwärmen tropfenweise Salpetersäure, bis die Substanz aufgeschlossen und oxydiert ist [s. a. S. 197, Fig. 43].)

Nach dem Erkalten versetzt man mit destilliertem Wasser, spült in einen mit Glasstopfen versehenen Maßzylinder über, versetzt mit etwas Salpetersäure (3 bis 4 ccm), füllt zur Marke auf und schwenkt so lange um, bis sich der aus feinen Nadeln bestehende Niederschlag vollkommen gelöst hat. In 100 ccm bestimmt man darauf die Phosphorsäure nach der Neumannschen bzw. der Zitratmethode.

---

1) K. Bieler u. W. Schneidewind a. a. O., S. 69.

VII. Eine Methode zur Schätzung des Eiweiß- und Fettgehaltes im Körper lebender Fische nach Zuntz.[1])

„Im Hinblick auf das Seite 480 erwähnte Faktum, daß die Karpfen in der letzten Zeit der Saison vornehmlich Fett anzusetzen pflegen, ja, daß sie dieses zur Bestreitung des Winterverbrauches speichern müssen, daß aber andererseits ein Zuviel seine Bedenken hat, war es wünschenswert, eine Methode zu haben, um während der Fütterungsperiode mehrmals an demselben Tiere feststellen zu können, wieviel Fleisch und Fett angesetzt worden ist. Es erschien möglich, das so zu erreichen, daß man das spezifische Gewicht bestimmte. Wenn wir das Gewicht des gasfreien Karpfens und sein Volumen kennen, so werden wir das Verhältnis Fleisch zu Fett berechnen können.

Das Skelett mit seinem relativ hohen spezifischen Gewicht fällt freilich auch stark in die Wagschale, aber dasselbe hat — (bei unseren Zucht- oder Rassefischen, nicht aber bei denen in Flüssen und Seen) — ein im Verhältnis zur Körpergröße ziemlich konstantes Gewicht, und das Verhältnis Fleisch zu Fett muß sich im spezifischen Gewicht ausdrücken, nachdem man für das Gewicht des Skelettes einen entsprechenden Abzug gemacht hat.

Beim Fisch sind diese Bestimmungen dadurch erleichtert, daß derselbe durch das Gas in seiner Schwimmblase im Wasser äquilibriert wird, also mit diesem Gase zusammen das spezifische Gewicht des Wassers hat, in dem er lebt. Da das Volumen des Schwimmblasengases durch den Druck der überstehenden Wassersäule verkleinert wird, kann dies genau nur stimmen, wenn diese drückende Wassersäule immer dieselbe Höhe hat. Dies trifft nun zu für in flachem Wasser lebende Fische, also speziell für den Karpfen in unseren nur etwa 0,5 m tiefen Teichen. Wir können also hier das spezifische Gewicht des Körpers mit dem darin enthaltenen Gase = 1 setzen. Es kommt jetzt nur darauf an, wenn wir einen Fisch gewogen haben, das Volumen der Gase in seinem Körper festzustellen, um daraus das spezifische Gewicht des übrigen Körpers und weiter das Verhältnis Fleisch zu Fett zu bestimmen. Der gewogene Fisch wird in den hier abgebildeten Apparat (Fig. 144) gebracht, dieser wird vollkommen mit Wasser gefüllt und der Deckel absolut fest aufgeschraubt. Dann wird das

---

[1]) Fisch.-Ztg., VI, No. 13, S. 193/195.

Quecksilbermanometer M und die genau graduierte, mit einer Teilung an der Kolbenstange versehene Spritze S wassergefüllt angeschraubt und der Stand des Quecksilbers abgelesen. Jetzt stehen die Gase im Fischkörper unter dem Druck p (Barometer + Wassersäule vom Fischkörper bis zum Deckel des Gefäßes + Monometerdruck). Mit Hilfe der aufgeschraubten Spritze können wir nun ein genau abgemessenes Quantum Wasser einspritzen. Dadurch steigt das Manometer um den Wert m^{mm}. Ein Teil des eingepreßten Wassers hat aber im Manometer den Platz des durch die Druckerhöhung aus dem angrenzenden Schenkel verdrängten Wassers eingenommen. Seine Menge ergibt sich aus der Volumkalibrierung des proximalen Manometerschenkels. Der Rest des aus der Spritze eingepreßten Wassers hat durch Kompression der im Fischkörper enthaltenen Gase Raum gefunden. Das beim Anfangsdruck p vorhandene Gasvolumen x ist also durch Einpressen der bekannten Wassermenge a auf x — a verkleinert worden, während der zugehörige Druck von p auf p + m gestiegen ist.

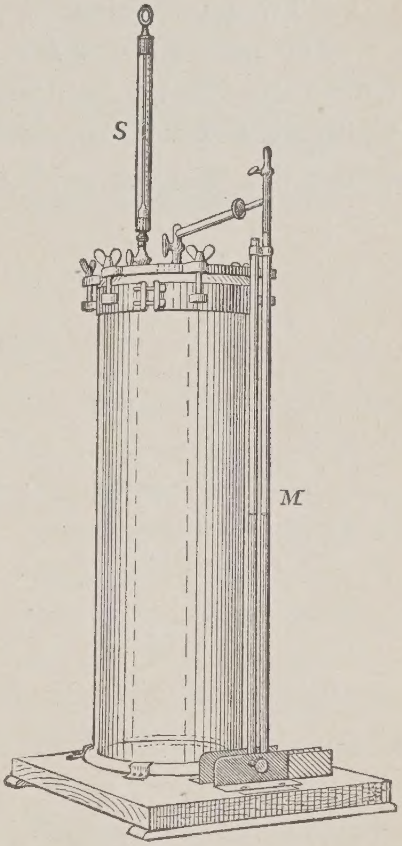


Fig. 144.
Apparat zur Bestimmung des Fleisch- und Fettansatzes im lebenden Fischkörper.
Nach Zuntz.

Aus der Gleichung $p \,.\, x = p + m\,(x - a)$ berechnet sich das Volumen der im Fischkörper vorhandenen Gase.

W. Cronheim, welcher im Laufe dieses Sommers zahlreiche derartige Bestimmungen mit dem Apparat ausführte, hat gewöhnlich vier bis sechs Ablesungen bei verschiedenen Drucken gemacht. Die Einzelversuche wichen um 4 bis 6 Prozent voneinander ab. Dies erklärt sich zum Teil dadurch, daß der Fisch seinen Standort im Glase ändert.

Zur weiteren Berechnung dienen folgende von Cronheim ermittelte Zahlen:

Bei 1000 bis 2000 g Gewicht wiegt das Skelett 8 bis 6 Prozent des Körpergewichts, sein spezifisches Gewicht . . . . 1,274.

Das spezifische Gewicht des Fettes . . . . 0,93.

Das spezifische Gewicht des fettfrei gedachten Fleisches bei mageren, ausgehungerten Tieren mit 17,7 Prozent Trockensubstanz . . . . 1,058.

Da der Kalkgehalt der übrigen Gewebe sehr gering ist, wurde die Masse des Skelettes in der Weise berechnet, daß der Kalkgehalt der Knochen bestimmt wurde und dann der Gesamtgehalt des Fisches an Kalk.“

IV. Kapitel.

Bonitierung von und Nahrungsuntersuchungen in Gewässern.

A. Bonitierung.

In einer diesem Thema gewidmeten Artikelserie präzisiert E. Walter den Begriff „Bonitieren" im Gegensatz zu den von ihm und später von Zuntz vorgeschlagenen gleichnamigen „biologischen" Verfahren.[1]) Ersteres bezweckt eine Kontrolle über die jeweilig in einem Weiher, vornehmlich in Form von Plankton, vorhandene, direkt meßbare Nahrungsmenge, stellt also gleich den von C. Apstein, O. Zacharias, J. Frenzel u. a. für die freien Gewässer ausgearbeiteten Verfahren lediglich eine Übertragung und Modifikation der durch V. Hensen im Meere benützten originellen Methoden vor. Wie aus Kapitel I, Abschnitt III, sich ergibt, will N. Zuntz dagegen die chemischen Faktoren eruieren, aus denen eine Massenwucherung von Planktonkomponenten resultiert. Sein auf die Feststellung des Meliorationsbedürfnisses und der Meliorationsmöglichkeit abzielendes Verfahren setzt also da ein, wo das Waltersche, so zu sagen, aufhört. — „Bonitieren" im engeren Sinne des Wortes heißt „Einschätzen", auf Grund der natürlichen Verhältnisse eine Fläche ihrer mutmaßlichen Ertragfähigkeit nach „ansprechen".

Auf die Schaffung einer Bodenklassifikation abzielende Versuche und Untersuchungen reichen in der **Landwirtschaft** verhältnismäßig weit zurück (A. Thaer, 1813), und es sind dort

[1]) Fisch.-Ztg., Bd. VIII, No. 10 ff.

bereits eine Reihe von Faktoren mehr oder minder eingehend auf ihren bezüglichen Wert geprüft worden, ohne bis jetzt freilich greifbaren Erfolg, allgemein gültige Normen gebracht zu haben:

a) Die mechanisch-chemische Bodenklassifikation (s. A. Mitscherlich a. a. O., S. 327 ff., Inaug.-Diss., Kiel 1898, S. 43 ff., A. Vogler, „Grundlehren der Kulturtechnik“, Bd. I, Ramann, „Bodenkunde“, Berlin 1905).

b) Nach den Bodenerträgen (Thaer a. a. O., H. W. Pabst, „D. landw. Taxationslehre“, Wien 1853, S. 42 und 43, Th. Frhr. v. d. Goltz, „Landw. Taxationsl.“, Berlin 1892, S. 385, J. Hazard, Landw. Jahrb. 1900, S. 825, Mitscherlich, „Bodenkunde“, S. 339 ff., Weber, Forstl. Zentralbl., XXVI, S. 621).

c) Nach den wildwachsenden Pflanzen. (F. Unger, „Üb. d. Einfl. d. Bod. a. d. Vert. d. Gewächse usw.“, Wien 1836, Thurmann, „Essai de Phytostatique usw.“, Berne 1849, C. Trommer, „D. Bon. d. Bod. verm. d. wildw. Pfl.“, Greifswald 1853, F. Senft, „D. Vegetationsv. d. Umg. v. Eisenach“, Eisenach 1865, R. Braungart, „D. Wissensch. i. d. Bodenk.“, Berlin 1876, Journ. f. Landw., Bd. 27, S. 423 u. 481, Bd. 28, S. 59 u. 155.)

d) Nach der chemischen Zusammensetzung d. Bodens (Emmerling, Kiel 1895, S. 185, M. Fleischer in A. Vogler, „Kulturtechnik“, Berlin 1893, I. Bd., Br. Tacke, Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moork. i. Deutsch. Reiche 1904, G. Thoms, Journ. f. Landw., Bd. 42, S. 1 ff., F. Wohltmann, Mitt. a. d. Versuchsf. d. landw. Akadem. Bonn-Poppelsdorf 1896, No. 4, Wohltmann u. Mehring, ebenda 1899, No. 18, Fühlings landw. Ztg., Bd. 50, No. 11, Knop, „D. Bon. d. Ackererde“, 2. Aufl., Leipzig 1872, S. 127 u. a. m.).

e) Auf mineralogischer und geologischer Grundlage (Sprengel, „Bodenk.“, Leipzig 1837, C. Trommer a. a. O., F. A. Fallon, „Pedologie“, Dresden 1862, Girard, „Grdl. d. Bodenk. f. Land.- u. Forstw.“, Halle 1868, F. Senft, „Steinschutt u. Edb.“, Berlin 1867, Dafert, „Kl. Lehrb. d. Bodenk.“, Neudamm 1885 u. a. m.).

f) Nach der schwereren oder leichteren Bearbeitung (Schübler, „Grunds. d. Agrikulturchem.“, Leipzig 1830, Bd. 2).

g) Nach den bakteriologischen Eigenschaften (Ehrenberg, Landw. Jahrb. 1904, S. 1 ff, Th. Remy, Verh. d. V. int. Kongr. f. ang. Chem. 1903, S. 785).

h) Nach der Absorptionsfähigkeit für Pflanzennährstoffe (Knop a. a. O.).

i) Nach der Benetzungswärme (A. Mitscherlich, Journ. f. Landw. 1898, S. 265, Inaug.-Diss., Kiel 1898, S. 41 ff.).

k) Ökonomische Bodenklassifikation [Punktiersystem] (Th. Eichholtz, „Die Bodeneinschätzung“, Berlin 1900, H. Settegast, „D. Landw. u. i. Betr.“, Breslau 1875, Bd. I, K. Birnbaum, „Landw. Taxationsl.“, Berlin 1887, G. Krafft, „Betriebslehre“, Berlin 1877, Th. Woelfer, Landw. Jahrb., Bd. 28, S. 311 ff. u. a. m.).

Kein Wunder! Unser Acker ist eben kein ursprüngliches mehr, sondern ein von anspruchsvollen Gewächsen bestandenes, typisches Kulturland geworden; bei ihm spielt infolgedessen — ganz abgesehen vom Klima, den Niederschlagsmengen usw. — die durch das „Können“ des Wirtes in materieller wie ideeller Beziehung bedingte Intensität der Bearbeitung und Düngung eine ungleich größere Rolle als die chemischen und physikalischen Verhältnisse des Bodens an sich. Das zeigen uns eklatant die „armen“ Roggenböden der Mark, die zahlreichen Hoch- und Übergangsmoore, die, intensiv kultiviert, in günstigen Jahren die Erträge der berühmten Magdeburger und Braunschweiger Gegend an Weizen, Rüben, Gerste usw. sogar zu übertrumpfen vermögen.

Im Hinblick auf diese Tatsachen pflegt man den Acker zurzeit weniger nach seinen momentanen Erträgen, als vielmehr nach der Produktionsmöglichkeit zu bewerten, und schlägt A. Mitscherlich als den gangbarsten Weg zum Ausbau einer wissenschaftlichen Bodenklassifikation neben der zwar rascher zum Ziele führenden, dafür aber ungenaueren Statistik exakte Kulturversuche größeren Stiles im Felde selbst vor (a. a. O., S. 322 ff.).

Als für uns wichtig möchte ich aus diesen landwirtschaftlichen Bonitierungsmethoden die nach den sogenannten „Leitpflanzen“ herausgreifen. Dieselben können uns dort, wo es sich um die Bewässerung von Öd- und Bruchland handelt, immerhin schätzenswerte Winke erteilen. Eine Aufzählung der überwiegend für die physikalischen Momente als ausschlaggebend angesprochenen Vegetabilien übergehe ich dabei absichtlich, weil die für eine Bodenart „typischen“ selbst auf der heterogensten anderen zu wuchern vermögen, sobald diese nur einigermaßen „kultiviert“ ist.[1]) — Als Leitorganismen für die chemische Beschaffenheit der Krume nennt Braungart (Journ. f. Landw., XXVIII, S. 399 ff., 469 ff.) nachstehende Unkräuter:

1. Typisch für kalk- und magnesiaarmen Ton-, Kieselton- oder Kieselboden:

Digitalis purpurea (Boden reich an Kali; Kieselton- und Kieselboden).
Gnaphalium arenarium (trockener Sand).
Spartium Scoparium (trockener bzw. lehmiger Sand, sandiger Lehmboden).
Saxifraga granulata (ziemlich trockener, lehmiger Sand, sandiger Lehm).
Hyoseris minima (kalkfliehend! Feuchter Sand).

2. Typisch für Kalk-, Kalksand- und Mergelboden (s. a. S. 306):

Helleborus foetidus (trockener Boden).
Saxifraga tridactylites (Lehmmergel, Kalksand, wasserfreier Boden).
Teucrium Chamaedrys (trockener, lockerer, kalkreicher Boden).
Holosteum umbellatum (sandiger oder toniger, sonniger, trockener Boden).
Sium falcaria (spezifische Mergelpflanze. Boden immer über 10% CaO enthalt.).
Calendula arvensis (Boden lehmig).

3. Kalireiche Böden:

Centaurea nigra, Silene rupestris } (kalireicher Boden, kalkfliehend!).
Trifolium spadiceïum.
Artemisia Absinthium (kalireicher, etwas kalkhaltiger Boden).

4. Salzreiche Böden.

Aster trifolium (toniger, feuchter Boden; je üppiger die Pflanze wuchert, desto reicher an Chlornatrium ist letzterer).
Bupleuron tenuissimum (mit Salzwasser durchtränkter Tonboden; je häufiger die Pflanze, desto stärker der Salzgehalt des Bodens). — Angaben über weitere Salzpflanzen finden sich in J. Koenig, „Verunreinig d. Gew.“, II, S. 393 ff.,

---

[1]) Vgl. H. Hoffmann, „Unters. z. Klima- u. Bodenkunde m. Rücks. a. d. Vegetation“, Beil. z. Bot. Ztg. 1865, S. 75 ff., Mitscherlich, „Bodenkunde“, S. 347 u. a. m.

F. Fischer, „Das Wasser“, 3. Aufl., S. 42, bes. aber F. W. Dafert, „Kl. Lehrb. d. Bodenk.“, S. 233.

5. Ammoniakhaltige Böden.

Aethusa Cynapinae (Boden stickstoffreich, kalkhaltig, mäßig feucht).

Versuche, die **Wasserflächen** zu bonitieren, sind verhältnismäßig recht spät erst gemacht worden, nachdem einmal die Vermehrung des teichwirtschaftlich genützten Areals, besonders aber die Einführung des Dubisch-Systemes und des Niklasschen Besatzes nach der Produktivität unter der Ägide von V. Burda, andererseits die Entschädigungsansprüche der Haupt-, Mit- und Nebenberechtigten an der freien Fischerei — Folgen der Korrektionen, zunehmenden Verunreinigungen durch die stark anwachsende Industrie wie durch die Städte, des ständig sich mehrenden Dampferverkehres, aber auch der gesteigerten Intensität von Land- und Forstwirtschaft —, nicht zuletzt der zunehmende Wert der Objekte (höhere Pachtpreise) derartige Grundlagen geradezu erheischten.

Gleich dem Landwirt, Viehzüchter u. a. sieht der Praktiker in kurzer Zeit, oft sozusagen auf den ersten Blick schon, an der Art des Objektes, Befischens bzw. den verwendeten Geräten, last not least am Fische selbst, wie jenes bewirtschaftet wird. Das „Wie“ und „Woraus“ sind Produkte teils einer angeborenen scharfen Beobachtungsgabe, teils eines durch die ständige Bewegung in der freien Natur und die Notwendigkeit, ihre Mittel und Wege zum eigenen Vorteile auszunützen, endlich durch das Studium der verschiedenartigsten Objekte in Abhängigkeit von der Umgebung erworbenen Beobachtungsvermögens. — Genau wie der Schäfer aus einer oder mehreren zusammengelaufenen Herden jeden einzelnen Hammel herausfindet, der weidgerechte Forstmann uns die Provenienz eines Stückes Reh-, Rot- oder Damwild ebensowohl nennt, wie der Viehhändler und Schlächter das Alter und Gewicht, den Fleisch- und Fettwert eines Rindes, Schafes oder Schweines u. a. m., weiß auch der Fischer über die Produkte seines Gewerbes recht genau Bescheid; meist wird er sogar imstande sein, aus ganz bestimmten, wenn auch wenig augenfälligen Merkmalen uns den Ort der Herkunft und den ganzen Entwickelungsgang des Individuums zu verraten.

So wissen wir längst (v. Siebold, Noll u. a.), daß bestimmte Gewässer gewisse mehr oder minder augenfällige Nuancen in der Färbung: gelbe Seiten und Bäuche, gelbe, rötliche, orange oder karmesinrote Flossen, goldige oder blaue Binden und Streifen, braune, schwarze resp. stahlblaue Flecken, Tupfen, Punkte oder Querstreifen jederseits an bzw. über der Lin. lateralis, feine goldige Nähte in der Rückenmitte u. a. m. produzieren. In manchen tritt „beginnender Albinismus“,

in anderen wieder Melanismus auf. Hier zeigen die Köpfe vieler Neigung, sich mopsartig zu verkürzen, wobei die Mundspalte gleichzeitig steil ansteigt, dort wieder, sich rüsselartig zu verlängern usw. Besonders wandelbar sind außer

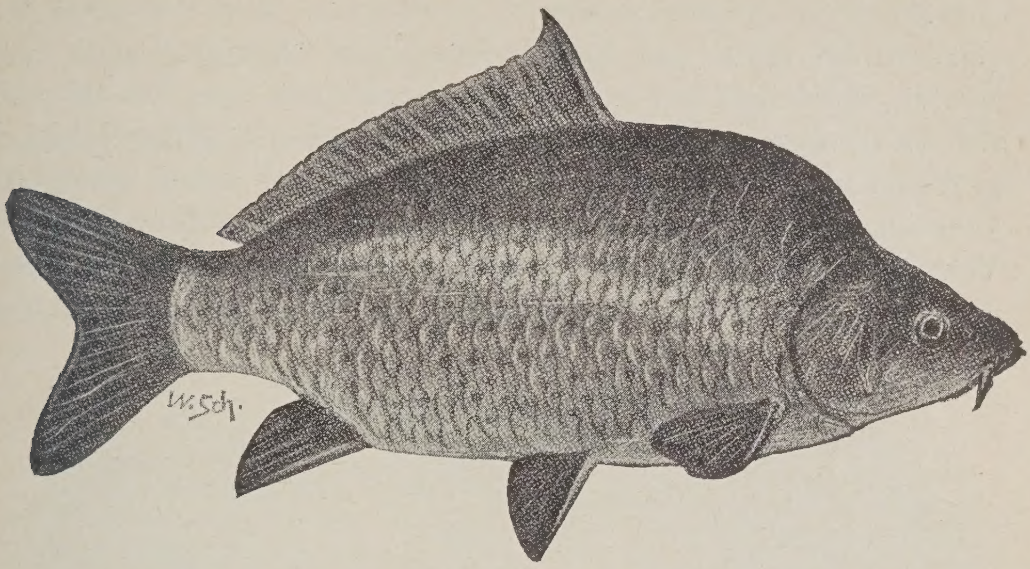


Fig. 145.
Schnell gewachsener zweisömmeriger Karpfen.
Nach Walter.

denjenigen der Leuciscus-, Squalius- und Chondrostoma-Arten (L. Bonaparte, „Icon. d. l. faun. ital.", Heckel, „Fische Syriens", Heckel u. Kner, „D. Süßwasserf. der österr. Monarch." u. a. m.) die Köpfe der Aale, von denen man neben recht spitzen in einigen Seen, z. B. dem Sternberger, quappenartig verbreiterten begegnet.

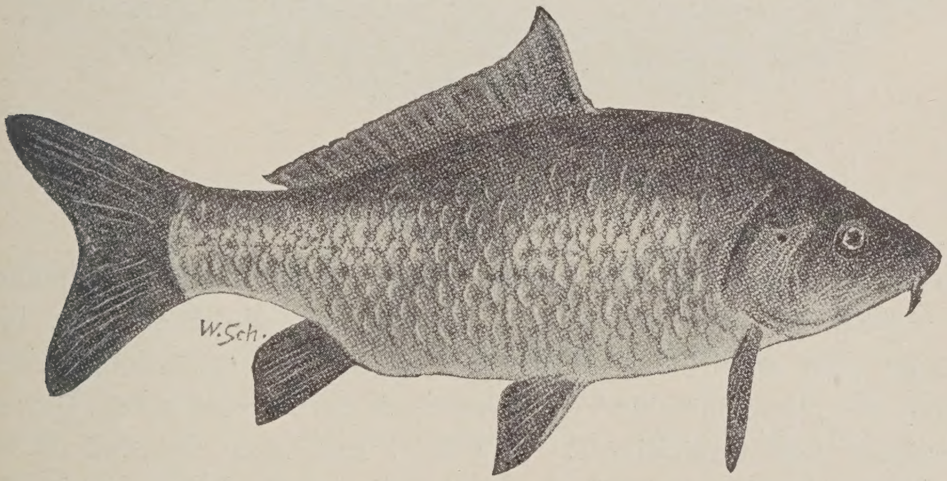


Fig. 146.
Zurückgebliebener, degenerierter dreisömmeriger Karpfen von derselben Abstammung wie derjenige der Figur 145.
Nach Walter.

Dem Praktiker nachzutun, lernen sehr wenige verhältnismäßig rasch, andere brauchen lange Zeit dazu, sich einige wenige Kniffe anzueignen; bei der überwiegenden Mehrzahl bewährt sich indessen

das Sprichwort: „Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr!“

Zu jenen ersten Bonitierungsversuchen von Wasserflächen gehören die Seite 188 bereits erwähnten Untersuchungen von Weith, sowie die von A. Frič angeregte und dann von M. v. d. Borne mit bekanntem Fleiß durchgeführte Einteilung der Gewässer in Regionen nach sogenannten „Leitfischen“, auf welche ich jedoch kein allzu großes Gewicht legen zu dürfen glaube. Es folgten die Versuche von C. Nicklas, die Erträge zunächst von Teichen vermittelst der Statistik zu eruieren und die derart erhaltenen Zahlen

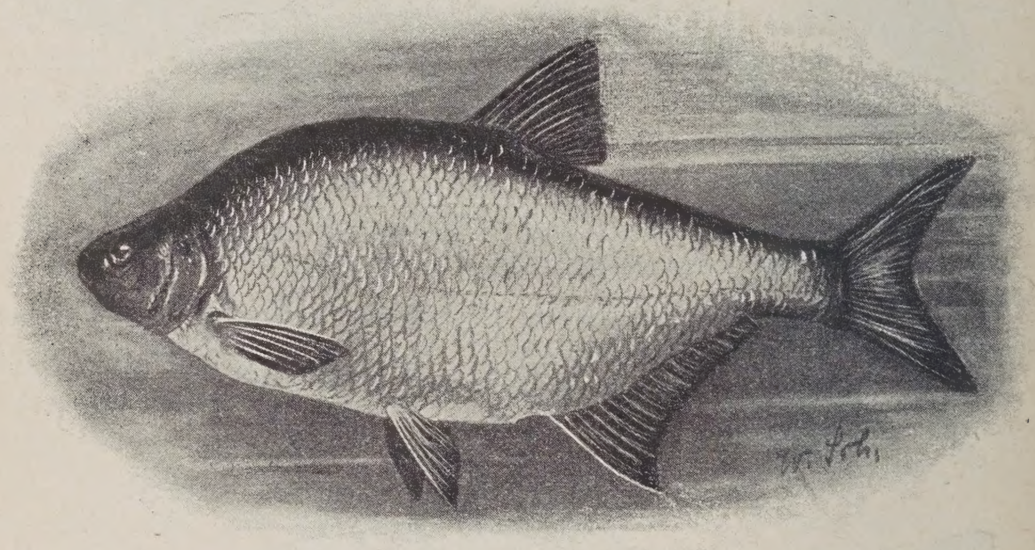


Fig. 147.
Schnell gewachsener Blei ♂.
Nach Walter.

zum Ausgangspunkte des ganzen Wirtschaftssystems zu machen, ein Verfahren, welches dadurch, daß es an die Stelle des bisherigen rein empirischen Betriebes einen systematischen Modus setzte, die „Reform“ der Teichwirtschaft durch Šusta und Burda überhaupt erst ermöglichte. Erweitert und auch für neu zu bewässernde Flächen adaptiert wurde dieser Nicklassche Modus später (1896) durch das von H. Kittl vorgeschlagene Punktierverfahren (Österr. landw. Wochenbl. 1896, No. 32). — Nicklas schloß sich wieder J. Šusta mit seinen Untersuchungen über die Naturnahrung der Teichfische, die (übrigens bereits von seinem Vorgänger V. Horák ausgesprochene) Betonung der Gültigkeit der landwirtschaftlichen Prinzipien auch für die Wasserwirtschaft,

endlich der Einführung von Probefischungen an. — Mag ein Tier sich ernähren, von was es will, in seinem Geschmack und seinen Liebhabereien auch noch so oft wechseln, die Güte der Weide wird sich in seinem ganzen Habitus stets derart deutlich ausprägen, daß, — hinreichend große Fänge vorausgesetzt, — wie V. Šusta letzthin erst wieder betonte, die Beobachtung an ihm selbst ein ebenso bequemes wie sicheres Hilfsmittel zur Schaffung von Gewässerklassifikationen im rationellen Betriebe abgibt. Gute Kriterien sind dabei, außer der relativen Größe des Kopfes, Auges, der Form der Schnauze u. a. m. (s. S. 476), die Ent-

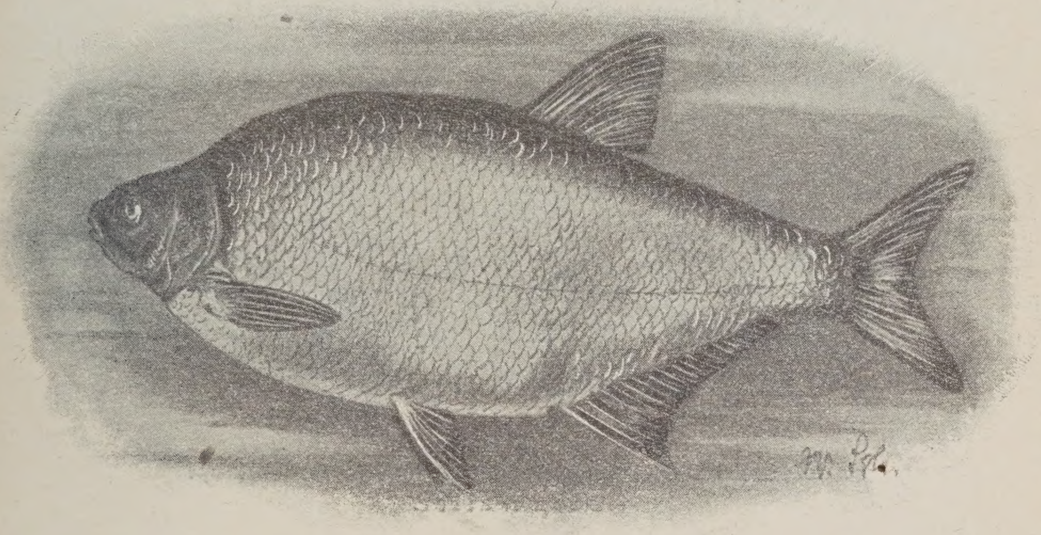


Fig. 148.
Schnell gewachsener Blei ♀.
Nach Walter.

wickelung der Genitalien im Verhältnis zur Größe (s. S. 385), die Art des Fleischansatzes und die Jahresringe der Schuppen. So wissen wir, daß viele extrem hochrückige Formen, wie die veredelten Karpfenrassen, die See- und Teichkarausche, der Blei u. a., ferner von den gestreckteren der Rapfen, Döbel, Hasel, das Rotauge, der Ukelei usw., aber auch die Salmoniden, bei schmaler Kost das steil ansteigende oder gewölbte Rückenprofil mehr und mehr verlieren und schließlich zu echten heringsartigen „Schneidern" oder „Abenteuern" mit großem Kopf, verhältnismäßig noch größeren Augen werden (vergl. Fig. 56, 58, 71, 85 u. a. m. in Heckel u. Kner, fern. d. Skizz. des Tiefseesaibl., Allg. Fisch.-Ztg. 1901, S. 149), während gleichzeitig die Anale und der untere Lappen der

Caudale sich verlängern, die Seitenlinie bei einigen sich verkürzt (?). Folgen derartigen mageren nun wieder fette Perioden, so verbreitert sich der Rücken hinter dem Kopf zu einem förmlichen Wulst.

Es ist vielleicht ganz angebracht, an der Hand der instruktiven Abbildungen aus Heckel u. Kner, „Die Süßwasserfische der österr. Monarchie", Leipzig 1858 (I) und K. Th. E. v. Siebold, „D. Süßwasserf. v. Mitteleuropa", Leipzig 1863 (II) diverse derartige Formen hier aufzuzählen. Die arabischen Ziffern hinter dem Komma bedeuten dabei die Nummern des Originals. Außerdem reproduziere ich in Figur 145 bis 150 einige hierher gehörige Typen aus dem verdienstvollen Werke von E. Walter, „D. Fisch. a. Nebenb. d. Land- u. Forstmannes" Neudamm 1903.

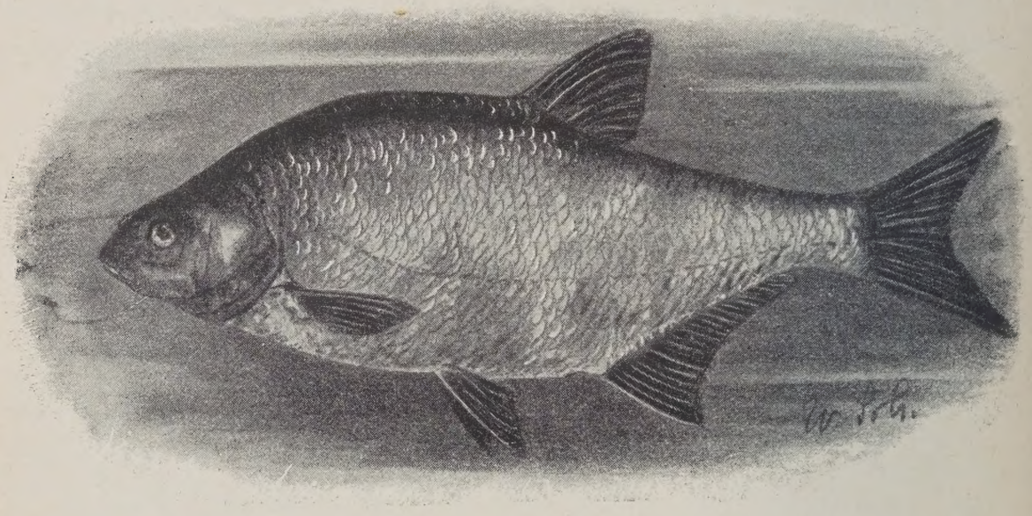


Fig 149..
Infolge von Nahrungsmangel degenerierter Blei ♂.
Nach Walter.

Fettweide-Form:	Hunger-Form:	Wieder angemästeteForm:
Cottus gobio (I, 9)	mikrostomus (I, 12) ferrugineus (I, 14)	poecilopus (I, 11)
Cyprinus acuminat. (I, 22)	hungaricus (I, 24)	hungar. (I, 23) regina (I, 23)
Carassius vulgar. (I, 29) Carassius gibelio (I, 30) Carassius moles (I, 31)	var. gibelio (II, 6) „ humilis (II, 5)	oblongus (I, 33)
Barbus plebejus (I, 38)	caninus (I, 40)	eques (I, 39)
Abramis brama (I, 54)	vetula (I, 56)	
Alburnus lucidus (I, 67)		breviceps (I, 69)
Scard. erythrophthalmus (I, 79)	makrophthalmus (I, 85) scardafa (I, 82)	dergle (I, 81) plotizza (I, 84)
Squalius lepusculus (I, 102)	chalybaeus (I, 103)	rostratus (I, 106)

Mich über die Schuppe bzw. die Otolithen als Merkmal des Wachstums zu verbreiten, verbietet der Raum. Ich muß also auf die einschlägigen Publikationen von Hoffbauer und Walter verweisen, aus denen ich in Figur 151 bis 153 die wichtigsten Typen wiedergebe.[1])

[1]) s. a. H. N. Maier, „Beitr. z. Altersbest. d. Fische", Wiss. Meeresunt., n. F., Bd. VIII, Abt. Helgoland, H. 1, S. 57—115, Taf. II

Wertvolle Hilfsmittel bei derartigen Klassifikationen sind außer planmäßig durchgeführten biologisch-chemischen Analysen auch systematische Nahrungsuntersuchungen, vorausgesetzt natürlich, daß sie im Konnex mit dem Ganzen und namentlich dem Fisch, also im Rahmen des Gesamtbildes, durchgeführt werden. Gewiß haben einseitige wissenschaftliche Untersuchungen ebenfalls ihre Berechtigung und in bestimmten Fällen ihren Wert; für

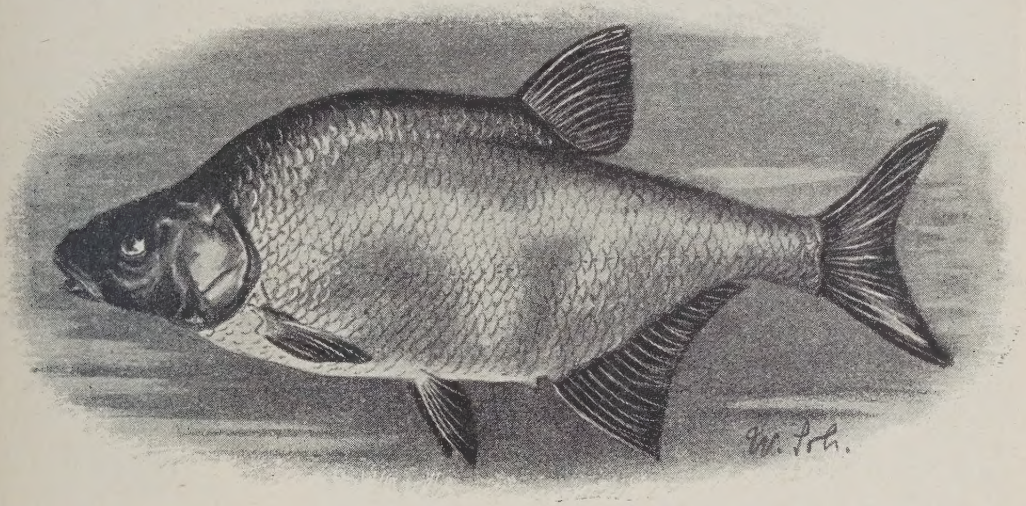


Fig. 150.
Infolge von Nahrungsmangel degenerierter Blei ♀.
Nach Walter.

Bonitierungszwecke sind sie indessen ganz unzulänglich. Hierbei müssen vielmehr Theorie und Praxis Hand in Hand arbeiten. — Im richtigen Lichte betrachtet, ist der gesamte Stoffkreislauf im Gewässer weiter nichts anderes als eine **ausgesprochene Magenfrage.** Je günstiger sich die Wucherbedingungen für die Produzenten gestalten, desto mehr Konsumenten werden auch ihr Dasein zu fristen vermögen. Den Bestand an letzteren so weit zu verringern, daß von der gegebenen Menge tunlichst wenig als Erhaltungs-, um so mehr aber als reines Produktionsfutter zur Geltung zu kommen vermag, ist Sache des Wirtes. Da, wie wir sahen, die Ausnützungskoëffizienten des Futters nicht nur

u. III, Allg. Fisch.-Ztg., XXXII, 2, 3. Übrigens gebührt weder Kintze noch Burda die Priorität in dieser Frage, da Neu die Altersbestimmung nach der Schuppe bereits 1848 als in der Oberlausitz **„altbekannt“** anführt.

nach Gattung, Art, Rasse, sondern besonders dem Alter sehr beträchtlich variieren (s. S. 379, 385), wird er weiter nach dieser Richtung energisch sichten und gerade dabei sich die Erfahrungen der rationellen Teichwirtschaft zunutze machen müssen. Leider verhindern ein diesbezügliches gründliches Vorgehen in nicht geschlossenen Gewässern die vielfach wenig liberal gehandhabten gesetzlichen Bestimmungen.

Fig. 151.
Regelmäßige Schuppe eines einsömmerigen Karpfens.
Nach Walter.

Die Basis bei den wirtschaftlichen Maßnahmen werden immer die Transport- und Absatzverhältnisse bilden. So können, um nur einige Beispiele herauszugreifen, gleich der Karausche in bestimmten Teichwirtschaften an der Ostgrenze, in manchen Gegenden der Stint, Ukelei, vornehmlich aber Blei, Roddow, die Plötze,[1]) Ziege usw. dadurch zu echten Brotfischen werden, daß sie das, was ihnen an Qualität gebricht, durch ihre Massen ersetzen, oder daß sie, im Gegensatz zu vielen anderen, leicht transportabel und **jederzeit gut,** d. h. zu **befriedigenden Preisen,** unterzubringen sind. Gerade hierbei muß der Fischer etwaige Wünsche und Liebhabereien sehr oft dem rein kaufmännischen

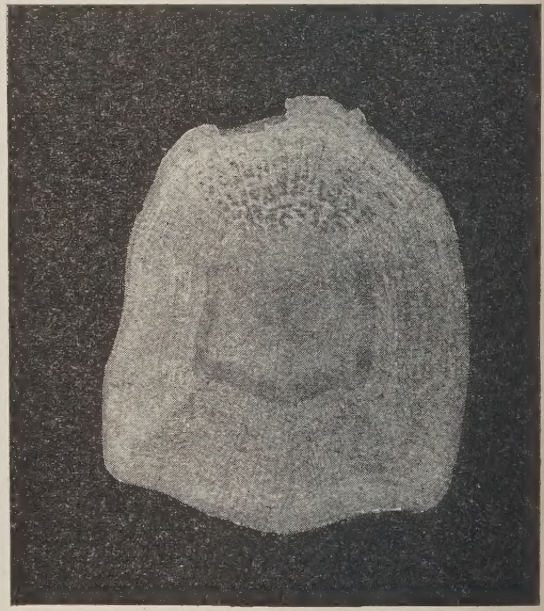


Fig. 152.
Regelmäßige Schuppe eines zweisömmerigen Karpfens.
Nach Walter.

---

[1]) Hierbei sei im Hinblick auf die neuesten diesbezüglichen Ausführungen von E. Leonhardt, Fisch.-Ztg., X, 1 u. 2, ausdrücklich betont, daß unsere „gemeinen" Weißfische als Nahrungsmittel der breitesten Schichten der Bevölkerung wirtschaftlich die **größte** Rolle spielen, eine **ungleich bedeutendere als Karpfen und Salmoniden.**

Kalkül unterordnen, spielt der Pfennig, ja, ein Bruchteil desselben, mitunter die allergrößte Rolle. — Die riesigen Ziffern, mit denen die Natur speziell bei den Fortpflanzungsprodukten der Weißfische operiert, erscheinen auf den ersten Blick absurd, und doch liegt meines Erachtens in dieser scheinbaren Verschwendung eine sehr weise Fürsorge für die Erhaltung der Art, denn aus dem gewaltigen Ringen um den Bissen werden eben nur die allerkräftigsten Individuen als Sieger hervorgehen. — Mindestens ebenso bedeutungsvoll scheint mir ein anderes, bisher vollständig übersehenes Moment zu sein: Die schon häufig erwähnten Versuche von Giesecke und seinen Mitarbeitern haben in Übereinstimmung mit den Seite 520 ff. wiedergegebenen Befunden von Pancritius, Walter und dem alten, praktischen Erfahrungssatz, daß man sich vor der Überführung der Individuen von einer üppigen, fetten auf eine magere Weide hüten soll, gezeigt, wie schlecht ein im Übermaß verabreichtes Futter, speziell von den Karpfen, verwertet wird. Da nun Fresser bekanntlich nicht geboren, sondern durch die Verhältnisse herangezüchtet werden, liegt der Schluß recht nahe, daß die Natur durch Schaffung einer starken Konkurrenz gerade in der allerersten Zeit erziehend wirken will. Gleichwie nach P. Morcinek früher im extensiven Karpfenbetriebe, kommen in unseren Flüssen und Seen von den jeweilig produzierten Brut-

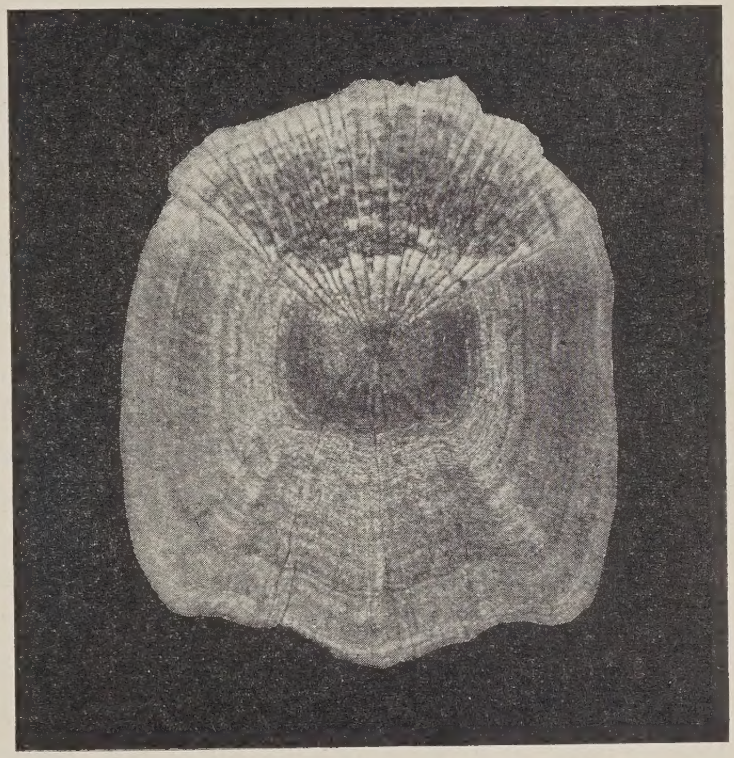


Fig. 153.
Regelmäßige Schuppe eines dreisömmerigen Karpfens.
Nach Walter.

mengen nach E. Mahnkopf im allergünstigsten Falle nur etwa **10** %o bis zum Winter durch. Selbst diese sind aber zu viel, denn wenn nicht Krankheiten oder Raubfische gehörig Luft schaffen, ist die Degeneration die natürliche Folge dieses Segens.

Tatsächlich müssen, je nach der Güte des Objektes und dessen Bestande, in den ersten beiden Jahren **95** bis **98** %o zugrunde gehen, wenn der Rest im dritten sich normal entwickeln soll. Ein Vergleich mit der Teichwirtschaft oder den Giebellöchern zeigt uns, daß die freien Gewässer meist nicht an einem Minus von Brut, sondern von der für dieselbe nötigen Nahrung laborieren, daß wir also nicht durch Schonung die Zahl der Fresser steigern, die letzteren vielmehr durch intensives Fischen reduzieren müssen. Und mag man unsere Raubfische, besonders den Hecht, in gewissen Kreisen auch noch so scheel ansehen, weil er zu diesen Schontheorien genau so gut paßt, wie die Faust aufs Auge, das, was er leistet, vermag keiner der anderen, weder Zander, noch Aal, Barsch, Quappe oder Wels, ihm nachzutun, die Arbeit, für die er uns obendrein mit seinem wertvollen Fleische bezahlt, können selbst die engsten Netze und ein mit nicht unerheblichen Ausgaben verbundenes Fischen nicht liefern. Und was sollten vollends die Bewirtschafter nicht geschlossener Gewässer, denen jedes Herausfangen des schädlichen, mindermaßigen Überschusses verboten ist, ohne das Raubgesindel im Wasser wie in der Luft anfangen? Den Eisvogel, Wasserstar muß der Forellenzüchter, den Reiher usw. der Karpfenwirt verfolgen, weil er ihm seine gezählten Fische wegfängt, der Fischer aber wird in den kleineren nur wertvolle Bundesgenossen im Kampfe gegen die ungezählten Massen nichtsnutziger Fresser erblicken.

Wohin übermäßiges Schonen führt, zeigt folgende Beobachtung von E. Mahnkopf: Derselbe fand in dem ein Menschenalter hindurch nicht befischten Groß-Glienicker See trotz dessen gesunden Wassers alle Fische voller Beulen. Nachdem die Netze, vornehmlich die jetzt leider verbotene Zuhre, gründlich Luft geschaffen hatten, gesundeten die Fische, wie man an der eigentümlichen Schuppenbildung und -stellung der ehemals kranken Partien sehen konnte, ganz von selbst. — Pendants: die Bleie in der Unterhavel, Plötzen im See bei Kuschern, Kr. Guben, Giebel im Lietzensee u. a. m.

Freilich heißt es auch hierbei, nicht schematisieren, sondern beobachten und demgemäß weiter operieren. Gleichwie in der Land-, spielt auch in der Wasserwirtschaft die Kenntnis des Objektes die allergrößte Rolle, und diese Kenntnis wird uns dazu führen, heuer vielleicht die Krazingen (Erarchen) an genau

derselben Stelle zwecks Pflege der Brut aufzubauen, wo wir sie im Vorjahre zur Vernichtung derselben errichteten.

a) Die **Forellengewässer** bonitiert R. Linke-Tharandt laut brieflicher Mitteilung im allgemeinen nur nach der in denselben vorhandenen Nahrung. Diese hängt natürlich aber wieder von dem Terrain ab, in welchem der Bach entspringt, bzw. welches er durchfließt. Am nahrungsreichsten sind nach Linke Bäche, deren Niederschlagsgebiet gut gedüngte Felder mit kiesigem Untergrunde bilden. — Steinforelle, Steinkrebs, Freisinger Forelle, Meerforelle, Flußkrebs. — Daß daneben auch der Sauerstoffgehalt des Wasses mitspricht, zeigen die treffenden Beobachtungen von C. Arens.

b) Bei der Bonitierung **der Bäche der Ebene** werden wir nicht anders als bei den Flüssen, Seen und Teichen — das betonte ich in den voraufgegangenen Kapiteln bereits verschiedentlich — die Verhältnisse im Quell- und Zuflußgebiet in erster Linie ins Auge zu fassen haben. Je besser dasselbe bewaldet ist, desto gleichmäßiger werden die Niederschläge verteilt werden, desto weniger tosende Fluten rapide mit niedrigen Wasserständen abwechseln, um so geringer wird die Gefahr eines teilweisen oder gänzlichen Versiegens während etwaiger Trockenperioden sein. Verkiesen und Versanden. Ersteres ruiniert dadurch, daß es die Produktionsplätze der Nahrung vernichtet, vielen Fischen, Krebsen die Schlupfwinkel raubt, die Bestände vollkommen. Der ewig in Bewegung befindliche Sand, welchen die Baggerungen vollends nicht zur Ruhe kommen lassen, ist insbesondere in der Stromrinne regulierter Bäche und Flüsse kaum minder verderblich für die Fauna und Flora, wie der ihm in vielen Stücken gleichende Flugsand der Dünen für die Landpflanzen. — Wasserentnahme zum Zwecke der Wiesenberieselung. Das Wasser wird dabei erstens keineswegs nährstoffreicher, nimmt vielmehr leicht schädliche Substanzen auf, und zweitens wird viel Brut und Nahrung vernichtet. — Von der Art des Quell- und Zuflußgebietes ist die Zusammensetzung des Wassers und von dieser wieder der Nährstoffreichtum bzw. die Qualität der Kost abhängig. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß aus den früher ventilierten Gründen nach Maßgabe der Stromstärke gerade hier die Ufer- und Grundfauna zur Geltung kommen, die Komponenten des Planktons dagegen mehr oder minder stark zurücktreten werden. Quellen

der Urgebirgsformation, Kalk-, Soolwässer usw., Zuschwemmungen, Effluvien. Sickerwässer aus Öd- und Bruchländereien sind reicher an Nitriten, Nitraten, Ammoniak, organischen Stickstoffverbindungen, wohl auch gewissen Mineralien, als die Drainwässer aus kultiviertem Boden. Bei dem letzteren haben wir wieder nicht unbedeutende Unterschiede, je nach der Art der Bearbeitung resp. der Pflanzen- und Düngerdecke (Brache, Getreide-, Hack-, Zwischenfruchtbau). — Sümpfe und Brüche als Produktionsplätze der Insekten-(Mücken-)Larven. — Die Leistungen der Teiche im früheren primitivsten und auch später noch im eigentlichen Sömmerungs-, im Vergleich zum derzeitigen Dubisch-Betriebe, sind von V. Horák bereits genügend gewürdigt worden. Einen teilweisen Ersatz für sie bilden Teichsysteme, wie sie von A. Hübner am Köllnitzsee und in größerem Maßstabe mustergültig bei Köckeritz angelegt wurden, bzw. fortlaufende ausreichende Aussetzungen à la Mahnkopf.

Je weniger reguliert der Lauf, je mehr sich also das Rinnsal durch die Gefilde schlängelt, je zahlreichere, von alten Bäumen, Sträuchern usw. umsäumte, beschattete und gedüngte Buchten und Kolke es aufweist, und je bequemer ihm das Ausufern gemacht wird, bzw. je größere, quantitativ bessere Nährstoffmengen das Wasser dabei für die abgesetzten minderwertigen, rohen einzutauschen imstande ist, desto geringer wird die Stromgeschwindigkeit, um so reichlicher aber die Entwickelung von Fauna und Flora und damit der Ertrag sein. — Wurzeln und Stöcke als Unterschlupfstellen. — Submerse und Luftpflanzen. — Festzuhalten ist, daß zwischen diesen Bächen und den Seen und Flüssen in gleicher Weise Wechselbeziehungen bestehen, wie zwischen letzteren und den Haffen und Seen, ja, der See selbst. Eine derartige freie Kommunikation hindern indessen Mühlenanlagen, Staue, Wehre, Gitter, Rechen usw.

c) **Flüsse.** Die sicherste Unterlage für die Bonitierung der Flüsse wie der Bäche, Tümpel, Teiche und Seen bildet die Statistik in der Form, wie sie auch vom Nomaden und Jäger heute noch geübt wird. Während dieser den Ertrag der Flächen lediglich nach der Summe von tierischen Produkten, also vornehmlich Fleisch, Fett, Fellen (Wolle), einschätzt, bewertet der Landwirt und Viehzüchter vielmehr die produzierten Futtermassen weniger nach der Quantität als nach der Qualität, dem Futter-

wert; von letzterem als Basis geht er aus. — Versuche von Lauterborn, Br. Schroeder, Schorler, Marsson, (Potamo-), Apstein, Imhof, Seligo, Hofer, Zacharias u. a. (Limno-), Walter, Schroeder, Schorler und Thallwitz (Heleoplankton), Frenzel, Marsson, Schiemenz die Ufer- und Grundfauna quantitativ, gleichzeitig aber auch (Frič, Arnold, Schiemenz) die natürliche Nahrung der Tiere zu eruieren. — Werden diese Untersuchungen systematisch fortgesetzt, und wird bei ihnen, wie Brandt, Giesecke und Cronheim das getan haben, die chemische Zusammensetzung, Verdaulich- und Bekömmlichkeit, also der Nährwert, genügend berücksichtigt, so läßt sich daraufhin unstreitig ein rationellerer Wirtschaftsmodus gründen, als wir ihn zurzeit noch besitzen. Heute gehen viel zu große Nährstoffmengen verloren, weil die auf der Weide befindlichen Fische, gleich dem Vieh, an sich gute Materialien einfach ausscheren, die andere, nicht vertretene Arten sehr gern fressen würden, und die Individualität, die Geschmacksrichtung hier mitunter ganz eigenartige Gepflogenheiten zeitigt. Das wird jedoch mit dem Augenblick aufhören, wo wir die Aussetzungen weniger nach der Lokalität, als vielmehr der Qualität der Nahrung zu regulieren, den rechten Fischbestand auf die richtige Weide zu bringen imstande sein werden. — Empirisch ist in dieser Beziehung bereits recht viel von unseren Praktikern Mahnkopf, Hübner, Kraatz, Kegel geleistet worden; leider wurden diese Leistungen indessen aus Mangel an sicheren Grundlagen mit unverhältnismäßig hohen Opfern erkauft. Zu berücksichtigen ist bei den auf die Statistik sich gründenden Einschätzungen die Art (Intensität) des Fischens. Die Gewässer können nach Hübner, weit eher überschont als überfischt sein, ersteres pflegt für das Ganze aus den früher entwickelten Gründen weit schädlicher zu sein, als das von den Behörden und Fischereifreunden meist sehr am unrichtigen Orte behauptete „Überfischen". — Hierzu schreibt mir Hübner:

„Die Statistik kann im intensiven Betriebe einen Anhalt geben. Man soll einmal Oder und Ems vergleichen. Es bleibt zu beachten:

1. wieviel produziert ein Fluß auf den Hektar,
2. wieviel wird davon jährlich abgeerntet?

Ad 1 sind beide Wässer wohl gleich, oder könnte den natürlichen Verhältnissen nach die mittlere und obere Ems — nur diese beiden sind gemeint, denn die untere Flußstrecke ergibt Küstenfischerei — mindestens ebensoviel bringen wie die Oder.

Ad 2. Die Oder liefert bedeutend mehr als die Ems. Zahlen lassen sich kaum anführen, doch dürfte sich das Verhältnis wie 40 bis 50 : 1 (Pfd. pro Hektar) stellen.“

Außerdem schwanken die Erträge der Gewässer häufig in Perioden, und zwar nicht nur infolge des guten oder schlechten Auskommens der Brut und der Nahrung, bzw. der mehr oder minder zahl- und gehaltreichen Zuschwemmungen, sondern — gleichwie bei Höheren und Niederen — aus unerforschten Gründen. Zweifelsohne infolge des Auftretens von Epidemien. Die Krankheitserreger werden endemisch, verlieren allmählich an Virulenz, schließlich erlischt die Seuche, um nach einigen Jahren, ja, Jahrzehnten, womöglich in etwas abgeänderter Form, wieder aufzutauchen. Sicher bilden sich auch im Körper der Tiere Antitoxine, und werden vor allen von denjenigen, welche diese Seuchen überstanden haben die Alexine eine Zeitlang vererbt. Nach und nach geht diese Immunität jedoch wieder verloren, so daß die Krankheitserreger aufs neue gewonnenes Spiel haben.[1]) — Daß die Vorbedingung für derartige Seuchen immer ein verunreinigtes Wasser ist, wie einige Gelehrte das so gerne möchten, ist nach den mit den neuesten Untersuchungen von F. Schikora über die Krebspest übereinstimmenden Beobachtungen von Hübner u. a. durchaus nicht notwendig, wohl aber werden die Tiere durch die Einwirkung der verschiedenen Abwässer weniger wiederstandsfähig gegen die Erreger. Das Gesagte gilt von der Mikrofauna und -flora ebenfalls. Sie werden von der chemischen Zusammensetzung, insbesondere den Verunreinigungen, — zu diesen zählt ja auch eine übermäßige Anreicherung an organischer Substanz, — meist weit gründlicher getroffen als die Fische (biologische Analyse), deren verschiedene Arten sich aber auch wieder abweichend verhalten (s. u. a. S. 112 ff.). — Die den Effluvien der großen Siedelungen im hygienischen Interesse beigesetzten Desinfektionsstoffe schaden, weil sie die „Fäulniskraft“ des Wassers wie des Schlammes unterbinden, selbst in beträchtlicher Verdünnung weit mehr als das xfache an Säuren und Laugen (s. S. 355, 417).

Stromstärke bzw. -geschwindigkeit und deren durch die Baggerungen verstärkter Einfluß auf die Beweglichkeit des Sandes,

---

[1]) cfr. C. Fränkel, „Grundr. d. Bakterienkunde“, 3. Aufl., Berlin 1890, S. 177, Oppenheimer, „Die Fermente“, 2. Aufl., Leipzig 1903, S. 165 ff.

Dampfer, überhaupt der gesteigerte Verkehr in den vielfach zu Kanälen gewordenen Flußstrecken, vornehmlich bei Niedrigwasser. — Alt-, Beiwässer, Kolke, Inundationsgebiet, Seen und Haffe. Je mehr Becken mit dem Flusse derart korrespondieren, daß sie, seitlich von der Strömung liegend, nicht von dieser direkt getroffen werden, Altwässer, Löcher, Buchten derselbe bildet, und je haff-, nicht deltaartiger seine Mündung sich dehnt, desto ertragreicher wird — als Ganzes betrachtet — das Stromgebiet ausfallen. Havelseen und gewisse Tümpel in und bei Potsdam (S. Schüler), Becken im Kaiser Wilhelm-Kanal, Stettiner Haff, Saaler Bodden u. a. m.: sie alle wirken weniger als Laichschonreviere, obwohl das unter den derzeitigen Verhältnissen auch in die Wagschale fallen kann, als vielmehr in ihrer Eigenschaft als Zufluchts- und Sammelplätze für die Zulaufsfische, ganz besonders aber als Produktionsstätten für die natürliche Nahrung. Deswegen ist die Lage zur Stromrichtung bzw. die Art und Stärke des Durchstromes, namentlich auch im Hinblick auf die Eisverhältnisse (Grund-, Treibeis), zu berücksichtigen. Schließlich ist die Hauptbedingung, daß der Zutritt zu ihnen ein möglichst ungehinderter ist. Die Beobachtungen von Schüler u. a. zeigen, daß die Fische die bei Regulierungen verschmälerten Zugänge, insbesondere dort, wo die „Spülung" fehlt oder erheblich verringert wurde, nicht mehr annehmen, sondern sich vor denselben stauen und dann abschwenken. Leider wird darauf bei den Wasserbauten zu wenig Rücksicht genommen. Die jetzt beliebten Passagen (Mäuse) nützen ebensowenig, wie die patentierten Fischleitern, -treppen usw. — Zu den obenstehenden Ausführungen bemerkt Hübner:

„Es wechselt wohl. Das Haff liefert an den Strom und dieser wieder an jenes; der Fluß bringt aber bei Überschwemmungen viel Dungstoffe an, die im Haff teilweise abgelagert werden und durch Erzeugung von Fischnahrung nützen. Speziell das Stettiner Haff muß wohl fischärmer werden, weil der Stromregulierung wegen viel Seitenbuchten, tote Arme usw. abgeschnitten werden, und die Oder selbst verarmt. — Sollte ein guter, an Seitenarmen und -buchten reicher Fluß nicht ebensoviel produzieren wie ein mittelmäßiger See? Der erstere erhält von außen mehr Dungstoffe zugeführt, der See produziert in der Ruhe selbst; gerade diese Ruhe begünstigt gleichzeitig wohl auch die Wucherung der Krankheitserreger, während der Fluß sich und die Fische gründlicher zu reinigen vermag."

Eine sehr wesentliche Ergänzung gerade dieses Abschnittes verdanke ich W. Kegel-Calbe a. S.:

„Wenn Sie von mir so kurzerhand die Fragen beantwortet haben wollen: „Wieviel Kilogramm pro Hektar produziert eine sehr gute, eine gute, eine mittlere und eine geringere Flußstrecke?“ dann überschätzen Sie meine Wissenschaft, — das wissen die Götter! Das zu beantworten erfordert viel Zeit und Studium, das richtet sich ganz nach der Individualität des Flusses selbst. Die Beantwortung einer derartigen Frage verlangt im voraus die Benennung des Flusses, der dann nach seiner Eigenart bonitiert werden muß. Das ist nicht mit wenigen Spatenstichen, wie bei der Bonitierung der Ackerflächen, abgetan, dabei gibt es wohl ein Schema F, nicht aber in der Fischerei. — Wer sich in letzterer erlauben würde, schablonenhafte Fakten aufzustellen, dem würde man mindestens hundertfach das Gegenteil beweisen.

Nichts ist wandelbarer als die Produktivität eines Flusses oder die einiger Flußstrecken. Die Beschaffenheit des Flußbettes ist so verschiedenartig gestaltet, so oft wechselnd fördernd oder schädigend für das Fischleben, daß man zur Feststellung des Fischereiertrages eingehend untersuchen muß, ob hinreichende Laichstellen vorhanden sind, ob die Brut in genügender Menge geeignete, nahrungsreiche Abwachsflächen findet, wie die benachbarten Fischereireviere beschaffen sind, ob eventuell ein Ausgleich beim Wandertriebe der Fische stattfindet, ob andere Wanderfische (Lachs, Aal, Neunaugen usw.) vorkommen, ob in der betreffenden Flußstrecke selbst und im ganzen Flusse rationelle Fischereiwirtschaft betrieben, ob dort oder auf den benachbarten Gebieten intensiv oder nachlässig gefischt wird, welche Geräte mit Erfolg gebraucht werden können, welche Qualität des Wassers in Frage kommt, welche Industrieabwässer, und in welcher Menge dieselben in den Fluß geleitet werden, ob der Fluß schiffbar ist, welche Bauten ausgeführt sind, ob die Wasserstände erheblich wechseln, und wie groß die Unterschiede zwischen Hoch- und Niedrigwasserständen sind. Aus allen diesen und noch vielen anderen Umständen hat der Sachverständige sich ein Urteil zu bilden, wenn er die Produktivität eines Flusses oder einer Flußstrecke feststellen will. Und dennoch werden unzählige Rechenfehler gemacht und falsche Schlüsse gezogen; es gehören oft Jahre dazu, um einen Fluß richtig einzuschätzen, jedem gerecht zu werden. Vor allen Dingen ist auch zu erwägen, ob die Fischereiinteressenten durch geeignete Mittel nach den neuesten Erfahrungen verstehen, den Fluß ertragfähiger zu machen, ob der richtige Fisch ins richtige Wasser gesetzt wird usw. — Die Statistik würde ja einen schwachen Anhalt geben, aber wo ist da die Grenze zwischen Realität und Unwahrheit? So oft der Fischereitreibende den Reinertrag aus der Fischerei zur Versteuerung angeben soll, so lange fängt er nichts; sobald er aber Entschädigung zu verlangen hat, oder die Fischerei zwangsweise enteignet werden soll,

ist dieselbe unbezahlbar. — Und das Gutachten der Herren Biologen? Welche Widersprüche kommen da zutage! Was der eine aufbaut, stößt der andere über den Haufen, die Ansichten sind so verschieden, daß der Laie nicht mehr weiß, was er eigentlich glauben soll. — Magen- und Darminhalt, Dredge und Kescher, Planktonnetz, Fauna und Flora, aus allem ziehen die Herren die **grundverschiedensten Schlüsse;** wann werden sie endlich einmal **einig** werden?“

d) Auch in den **Seen** ist die richtig geübte Statistik in Verbindung mit einer Taxation des Betriebes und des Fisches ein nicht zu unterschätzendes Bonitierungsmittel. Gewiß werden die wirtschaftlichen Maßnahmen sich dann am besten durchführen lassen, wenn das Objekt sich in einer Hand befindet; dem steht als Nachteil aber wieder der Umstand gegenüber, daß diese eine Hand nie so intensiv fischen kann, wie viele Mit- und Nebenberechtigte das zu tun vermögen, so daß die auf der einen Seite erzielten Vorteile durch die gleichzeitig bedingten Nachteile paralysiert, ja, überkompensiert werden. Der Fisch springt dabei als gutes Bonitierungsmittel namentlich dann ein, wenn man seine „Rasse“ berücksichtigt. Klein- und großwüchsige Schläge unterscheiden sich, in gleich großen Exemplaren nebeneinander gehalten, namentlich bei den niederrückigen Formen äußerlich oft nicht merklich voneinander; ein um so besseres Kriterium geben dagegen die Genitalien ab. Ein Vorkommen von verschiedenwüchsigen Varietäten in einem und demselben See ist immer ein Zeichen von einer mangelhaften Wirtschaft, einem unvernünftigen Schonen. Im Verhältnis zur gegebenen Nahrungsmenge sind eben zu viele Mäuler vorhanden, infolge davon wachsen nur die größten Fresser regulär weiter, während das Gros relativ schnell verbuttet: Rohr- und Rotzbarsche, Stift- und Palmplötzen, Schneider, Engländer und Bleie usw. Sehr viel spricht dabei, außer der Art der Umgebung (Wald, Wiesen, Brach-, Acker-, Weideland und Weidegang, menschliche Ansiedelungen und deren Abflüsse) und der Menge und Art der Zuschwemmungen (s. S. 392), die Größe der Becken und die Kommunikationsmöglichkeit mit anderen Seen und Flüssen mit. — Daß eine Degeneration infolge von Inzucht eintreten kann, bestreiten Walter u. a. zwar ebenso entschieden, wie Mahnkopf und ich die Möglichkeit derselben betonen. In vielen von unseren kleinen Flachlandseen und abgesperrten Stromstrecken beobachten wir nun aber eine ausgesprochene Bastardbildung derart, daß es oft schwer hält, reine, unvermischte Formen

zu erhalten. Gründe dafür: die ungleiche Verteilung der Geschlechter, besonders das Überwiegen der Weibchen (s. S. 482), das gemeinsame Laichen der verschiedenen Arten im Gelege oder Kraut, wobei infolge der Ungunst der Witterung oft Spezies zusammentreffen, deren Fortpflanzungszeit sonst um 8 bis 14 Tage auseinander liegt, nicht zuletzt, gleichwie bei den Höheren, der beschränkte Raum.[1]) Hier wie dort geht aber mit der Bastardbildung die Degeneration Hand in Hand.

Über die Cyprinidenbastarde vergl. J. Hollandre, „Faune du département de la Moselle", Anim. vert., Metz 1836, Heckel, Ann. Wien. Museums 1863, Heckel u. Kner, „Süßwasserf. d. österr. Mon.", Leipzig 1858, K. Th. E. v. Siebold, „Die Süßwasserf. v. Mitteleuropa", Leipzig 1863, Jäckel, „Fische Bayerns", Abh. zool.-mineral. Ver. Regensburg 1864, Zool. Garten 1866, I, S. 20—25, Günther, „Catal. of fishes", London 1868, vol. VII, R. Leuckart, „Über Bastardfische", B. Benecke, Zool. Anz. 1884, Heincke, „Variabil. und Bastardb. b. Cypriniden", Leipzig 1892, Knauthe, Zool. Garten 1895, No. 7 u. 9, Zool. Anzeiger 1895, No. 487 u. 492, Ploener Berichte, IV, S. 263 u. a. m. — Während Karpfen und Karausche, Plötze und Roddow usw. zur selben Zeit laichen, fällt dieser Termin bei Blei und Güster, Blei und Roddow, Plötze und Ukelei u. a. m. wenigstens in Norddeutschland weit auseinander, so daß hier immer verspätete Exemplare der einen sich mit frühreifen der anderen Art gepaart haben müssen. Nach den Beobachtungen von Siebold, Leuckart u. a. sitzen diese Bastarde meist dick voll Laich, daher behaupten denn Mahnkopf u. a., wie ich das experimentell an Carpio Kollarii Heck. nachwies und das ferner am Elsässer Saibling beobachtet wurde, eine Rückkreuzung solcher Blendlinge mit den Stammformen, sehr zum Schaden des Bestandes (s. Fisch.-Ztg., I, S. 652, V, S. 629).

Bei der Degeneration spielen außer dem Nahrungsmangel und den vorher genannten Momenten sicher auch die Gasverhältnisse im Wasser und die Ausscheidungen der Tiere eine gewichtige Rolle. Je mehr Fische in einem bestimmten Wasservolumen sich befinden, und je größere Mengen von zum Teil unverdaulicher Kost dieselben aufnehmen müssen, desto mehr Exkremente und schädliche Stoffwechselprodukte werden in jenem sich anhäufen. Im regulären Dorfteich fällt das aus den früher entwickelten Gründen nicht ins Gewicht; in den bonitär schlechteren Gewässern werden sich jedoch um so eher Schädigungen einstellen, je mehr das Wasser stagniert, daher der Wert der „Auffrischungen".

Infolge der Unzulänglichkeit der Strömungen (s. S. 290 ff.) rangieren in ihrer Eigenschaft als Brutstätten für allerhand Gärer, Fäulniserreger, pathogene Keime u. a. m. viele geschlossene Becken mit miserabel ventilierten Wohnungen und Ställen auf der nämlichen Stufe. Ihnen schließen sich die mit Effluvien überladenen abgesperrten Flußstrecken, wie die Unterhavel zwischen Spandau und Cladow, zwanglos an als interessante Studienobjekte

---

[1]) L. Heck in „Das Tierreich" (Haussch. d. Wiss.), Neudamm, II, S. 957.

für den denkenden Fischpathologen. Werden die Fische nun aus einem derartigen, zunächst die fettige Degeneration des Zellgewebes (s. S. 126 ff.) und damit weiterhin den Verfall der Art begünstigenden in ein frisches, besseres Milieu übergeführt, oder wird das alte durch ein gründliches Aufrühren saniert, so resultiert das von Mahnkopf u. a. betonte rasche, reichliche „Aufpacken" von Fleisch auf die Gräten, ganz abgesehen von den durch die bessere Nahrung wie die geringere Körperoberfläche (v. Hoeßlin) bedingten Vorteilen, in erster Linie aus den gesünderen Verhältnissen **(Sauerstoff!).** — Wie bei der organischen Substanz (Mist) nach Eintritt einer genügenden Ventilation zum Vorteil fürs Ganze die Fäulnis- (das Vertorfen, Verspecken) durch Umsetzungs-(Verbrennungs-, Oxydations-)Prozesse abgelöst werden, tritt das im Körper ebenfalls ein.

Verfahren der Chinesen, die Brut nicht nur zum Teich-, sondern auch zum Seenbesatz immer frisch von weither aus Flüssen zu beziehen.

Lage, Klima (Länge des Winters, Eis- und Belichtungsverhältnisse, Niederschlagsmengen), Tiefe und Art des Grundes bzw. Befischungsmöglichkeit, Uferausdehnung. Je größer die weiße Schar, und je weiter sie sich in den See hinein erstreckt, bzw. je mehr ihre relative Größe durch Inseln, Untiefen (Bänke) verstärkt wird, desto höhere Erträge wird ceteris paribus das Objekt liefern. — Gelege, Kraut. Letzteres ist besser als ersteres; analog der Wucherung der harten Luftfauna verringert sich die Produktivität. Diese Luftfauna, besonders das Rohr und die Militz, werden vom Weidevieh gerne gefressen, das zudem die Schar gründlich bearbeitet. (So wurden, wie nach V. Horák in die Teiche, nach Mahnkopf die Säue früher auf die Schar der Seen getrieben, um die Wurzeln des Geleges auszuwühlen.)

Bezüglich der Veränderung des biologischen Charakters eines Gewässers in Abhängigkeit von der Flora teilt H. Struck, Fisch.-Ztg., X, No. 4, S. 54 folgende interessante Daten mit: Der 45 ha spannende Grosse Krebssee hatte früher, jedes Schilf- und Rohrwuchses bar, neben vielen großen Krebsen Hechte, Schleien, Plötzen, Barsche und Kaulbarsche. Blei, Karausche, Ukelei, Stint fehlten dagegen, ersterer wurde in den sechziger Jahren eingesetzt, ob im Verein mit Aalen, ist fraglich, deren Einführung vielmehr erst für das achte Dezennium sicher nachweisbar. — Da ihnen infolge der Kahlheit der Ufer und des geringen Krautwuchses am Grunde der Blei zweifelsohne hart zuzusetzen imstande war, verloren sich die Krebse in den siebziger Jahren nach und nach; dafür trat — wohl mehr zufällig — der Kaulbarsch derartig in den Vordergrund, daß im Winter bis zu 40 Zentnern, darunter sehr große Exemplare, gefangen wurden. Die Folgezeit

brachte nicht bloß ein üppiges Gelege auf der Schar, auch im Wasser selbst machte sich die Elodea fortdauernd stärker bemerkbar, um in den neunziger Jahren das Optimum (Maximum) ihrer Wucherung zu erreichen. Mit ihr zugleich kamen Hechte, Schleien, ferner die zufällig in das Becken geratenen Karauschen, endlich die absichtlich eingesetzten Ukeleie hoch, auch vom Barsche wurden jeweilig einige Zentner gefangen. Dagegen ging der Plötzenbestand stark zurück, konnte der Kaulbarsch das Verkrauten nicht vertragen;[1]) die Fische kamen mager und nicht mehr recht lebensfähig an die Oberfläche und sind seitdem verschwunden (partieller Fischaufstand?). 1899 wurde die gesamte Elodea aufgetrieben und ans Land gewellt — sehr ergiebiger Hechtfang. Seitdem hat sich die Wasserpest wohl wieder eingestellt, aber erstens bleibt sie kleiner, und zweitens geht sie nicht mehr, so wie früher, in die Tiefen hinab. — Der vorerst gescheiterte Versuch, aufs neue Krebse anzusiedeln, soll wiederholt werden.

Wellenschlag,[2]) Verkehr, Flößerei, Art des Wassers, trübes: Zander; klares: Blei. Sprungschicht. Menge und Art der Zuflüsse. Stark durchströmte Objekte weniger ertragreich als vollkommen geschlossene, einzig von Niederschlägen gespeiste.[3]) Bei den Schmelz- und Schwemmwässern wieder die Art, Größe und der Neigungswinkel des Gebietes ebenso ausschlaggebend wie die Art und Intensität der Kultur. Stauverhältnisse: Mühlen, Schleusen, Archen. — „Wenn Seen mit dem Strome in Verbindung stehen, so flüchten sich die Fische bei Eisgang, bzw. wenn sie getrieben werden, in jene, außerdem ziehen sie zur Laichzeit in großen Schwärmen in dieselben, während einige: Seeforellen, Stinte, Quappen, wieder aus den Becken in die Flüsse und Bäche wandern.“ (Hübner.)

e) Inmitten unseres Areals liegen vielfach, teils als Reste uralter Teichanlagen, teils als Produkte der Torfbildung bzw. -gewinnung oder der Entnahme von Lehm, Lette, Ton, Mergel, Sand usw., endlich als natürliche Zisternen bald recht flache, bald wieder

---

[1]) Ähnlich liegen die Verhältnisse in der Oberhavel. Hier bleibt der ehemals große, fette Kaulbarsch seit dem Hochkommen der Wasserpest klein, mager.

[2]) „Frischwind bringt Fische, ständiger Wind fischt tot.“

[3]) Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, daß vollkommen abgeschlossene Becken einzig auf die selbst produzierten Nahrungs- und Fischmengen angewiesen sind, während offene ebensowohl beide durch die Zuflüsse usw. bekommen, wie andererseits überschüssige Fischmengen durch sie abschieben können (vgl. die Beobachtungen von Mahnkopf im Rudowsee b. Lenzen; Fisch.-Ztg., X, No. 7).

tiefe, ausschließlich von Niederschlägen, Quetsch-, Sicker-, Grundwasser oder kleinen Rinnsalen gespeiste, **nicht ablassbare Tümpel, Pfühle, Löcher, Fenne** verstreut. Ihren Bestand bilden zurzeit dort, wo Raubfische fehlen, Scharen von kaum fingerlangen Giebeln (Car. vulgaris var. gibelio v. Siebold, Fig. 6, humilis, derselbe, Fig. 5) und ähnlichem wertlosen Geschmeiß (Moderlieschen, Bitterlingen, Schlammbeißern, Stichlingen), doch können sie, wie die planmäßigen Versuche von Schulze-Sammenthin, Seligo, Eckstein, besonders aber Dröscher und Walter, zeigen, gehörig geräumt, recht gut als Abwachsflächen für Karauschen, Karpfen, Schleien, Aale, unter Umständen gleich gewissen Torf- und Wiesengräben sogar als Produktionsplätze für Schleienbrut verwendet werden (E. Mahnkopf). Den Kardinalpunkt bildet bei ihnen — ganz abgesehen von der Permanenz des Wasserstandes selbst in Trockenperioden und ihrer Entfernung vom Gehöft — die Winterfestigkeit. Tümpel, welche während starker, offener Kälte ausfrieren, oder die aus den früher ventilierten Gründen unter der Schneedecke zur Fäulnis neigen, oder in welchen endlich Schädigungen durch das Schmelzwasser einzutreten pflegen, müssen wir naturgemäß ganz anders behandeln als solche, bei denen derartige Kalamitäten nicht zu befürchten sind. Das gilt besonders von den Torfstichen mit ihrem Gehalt an Humussäuren, schädlichen Eisen- und Schwefelverbindungen, Methan usw. — So hielten sich im Schiefersee, einem kleinen, tiefen Pfuhl in Sammenthin, sogar Bachsaiblinge und Forellen jahrelang ausgezeichnet, hat Mahnkopf in der Kuhlake bei Spandau mit Zandern sehr gute Erfolge erzielt, und sind viele Moor-, Mergel- und Lehmkuhlen ihres Krebsreichtums wegen bekannt. — Obwohl auf die Zusammensetzung des Wassers, und dadurch den Nahrungsreichtum dieser Objekte der Untergrund wie die Ufer im guten wie schlechten Sinne einen erheblichen Einfluß ausüben, dominieren doch gerade hier die Einschwemmungen vielfach derart, daß durch sie die Löcher um so rascher ausgefüllt werden, je mehr Schilf, Rohr, Binsen, Seerosen in ihnen wuchern. Das hört auf, sobald der Nährstoff-, insbesondere Kalkgehalt des Wassers, unter ein gewisses Niveau absinkt; alsdann treten die Komponenten der Hochmoorbildung (Sphagnum, Carex usw.) an ihre Stelle.

Die vielfach im Inundationsgebiet der Bäche und Flüsse gelegenen Pfühle sind namentlich dort, wo sie intensiv befischt werden, meist sehr wertvolle Objekte.

f) Über die Bonitierung von **Teichen** verdanke ich den beiden ausgezeichneten Praktikern E. Giesecke und Wernecke so erschöpfende Beiträge, daß jedes Wort meinerseits überflüssig wäre. So schreibt mir Wernecke:

„Vorweg möchte ich schicken, daß ich eigentlich nur Erfahrung in der Teichwirtschaft habe. Die übrigen Süßgewässer haben ja aber vieles mit den Teichen gemein. — Im ganzen stehe ich noch genau auf meinem Standpunkt von 1904. Damals sagte ich in der Mitgliederversammlung des Schleswig-Holstein. Zentral-Fischereivereines: Wenn Herr Weber-Sandau dem Sinne nach ungefähr meint: „Die Güte des Teiches erkennt man an der Üppigkeit der Wasserpflanzen“, so hat er damit den Nagel auf den Kopf getroffen. — Nun halte ich aber in vielen Fällen, wenn man nach vorstehendem Satz urteilen wollte, die Produktionskraft und die zu erwartende Produktivität eines Gewässers für zwei ganz verschiedene Faktoren. Ein Gewässer mit üppigem Pflanzenwuchs zeugt immer davon, daß entweder das Wasser, der Boden, oder beide zusammen diejenigen Eigenschaften haben, resp. diejenigen Bestandteile besitzen, welche zur Erzeugung von Fischnahrung erforderlich sind. Es ist produktionsfähig. Damit ist indessen noch lange nicht gesagt, daß ein derartiges Gewässer ohne weiteres große Mengen von Fischnahrung liefern wird. Vor allen Dingen muß festgestellt werden, ob ein allzu üppiger und ausgebreiteter Pflanzenwuchs in Schach zu halten ist. Ist dies nicht der Fall, so kann man selbst bei der größten Produktionsfähigkeit auf eine Höchstproduktion nicht rechnen. Es sind also die Produktionsfähigkeit und die Produktivität eines Gewässers oft zwei ganz verschiedene Sachen. — Zur Wertbestimmung eines Gewässers gehört nach meiner Ansicht mehr als vielleicht ein Dutzend zu Papier gebrachter, schön geformter Regeln. Es gehört dazu Sachkenntnis, Erfahrung, Beobachtungsgabe und ein bißchen gesunder Menschenverstand. Auch hier muß es heißen: „Grau ist alle Theorie und grün des Lebens goldner Baum“.

Bei der Wertbestimmung eines Gewässers würde ich recht oft ganz andere Momente in Betracht ziehen, als dies bis dahin wohl meistens geschah. Natürlich lege auch ich einen Wert auf Schutz, nicht allzu große Tiefe, nicht allzu weite Entfernung vom Konsumplatz, Bodenbeschaffenheit usw., mehr aber noch auf die Qualität des Zuflusses, ganz gleich, ob Quell-, Bach-, Sammel- oder Sickerwasser. Von den beiden Medien Wasser und Boden, die wir beim Gewässer zu beobachten haben, halte ich das Wasser für das wichtigste. Natürlich will ich den Boden nicht zurücksetzen. Es scheint mir aber nicht genügend beachtet zu werden, daß dort, wo ein besserer Gewässerboden vorhanden ist, in der Regel auch ein qualitativ ganz vorzügliches Wasser vorherrscht, welches periodisch die von Flora und Fauna verarbeiteten Nährstoffe ersetzt resp. ergänzt. Dann wird Quellenspeisung meistens als minderwertig angesehen, und oft ist gerade

diese, wenn die Quellen ein mineralstoffhaltiges Wasser liefern und der Teichboden mineralstoffarm ist, viel wertvoller als Bachwasser.

Bei der Werteinschätzung eines Gewässers würde ich besonders die Zeitverhältnisse und zeitlichen Hilfsmittel berücksichtigen. Ich würde meistens nur dort einen Höchstwert konstatieren, wo unter Hinzuziehung der zeitlichen Hilfsmittel eine Höchstproduktion möglich wäre. Denn ohne Höchstproduktion auf vernünftiger Grundlage ist in den meisten Fällen auf einen Höchstgewinn wohl nicht zu rechnen. Ich würde deshalb zur Wertbestimmung eines Gewässers in den meisten Fällen Wasseruntersuchungen nach Zuntzscher Methode vornehmen, um festzustellen, ob und mit welchen Hilfsmitteln dem Gewässer aufzuhelfen ist, oder ob alle Nährstoffe in guter Verteilung vorhanden sind. Fehlen einige billig zu beschaffende Substanzen, durch deren Hinzufügen das Gewässer wertvoll würde, so wäre das bei der Werteinschätzung besonders zu berücksichtigen. Ich würde also, anders ausgedrückt, nicht nur die Güte, die da ist, sondern auch die, welche leicht zu beschaffen ist, bei der Einschätzung berücksichtigen.

Also kurz, klipp und klar gesagt, halte ich es für gar nicht so leicht, den Wert und die Produktionsfähigkeit eines Gewässers zu bestimmen. Auch hier ist, wie stets, die Vorhersage, das Prophezeien, eine heikle Sache; die Sicherheit des Eintreffens fehlt immer. Jeder macht's nach bestem Wissen und Gewissen. Ob sein Wissen aber reichte, ist eine Sache für sich. Jedes Gewässer hat etwas Individuelles und will deshalb individuell behandelt werden. Ich bin kein Anhänger irgend welcher Bonitierungsmethoden. Alles hat natürlich etwas für — ebensogut aber auch etwas gegen sich.

Bei Bonitierung des Landes galt es festzustellen, welchen Reinüberschuß eine gewisse Fläche im damaligen Urzustand, d. h. ohne Anwendung von irgend welchen Mitteln zur Vergrößerung des Überschusses — Reinertrag —, hatte. So ist es denn gekommen, daß sandige und lehmig-sandige, humusarme Ländereien, die mineralstoffhaltig waren, höher eingeschätzt — bonitiert — wurden als humusreiche, anmoorige, aber mineralstoffarme. Nach dem damaligen Stande der landwirtschaftlichen Wissenschaft war das vollkommen richtig. Die anmoorigen, humusreichen, aber mineralstoffarmen Ländereien brachten früher recht wenig hervor und hatten deshalb einen geringen Reinertrag. Nachdem man jedoch gelernt hat, dem Land die fehlenden Mineralien in billigen Präparaten zuzuführen, ist hierin ein totaler Umschlag eingetreten. Die sechs- und siebenklassigen anmoorigen und oft auch moorigen Ländereien konkurrieren im Reinertrag — Überschuß — jetzt oft mit den drei- und vierklassig bonitierten, bei genügender Zufuhr von gutem Mergel und den übrigen fehlenden Stoffen zuweilen mit noch höheren Klassen. Beim Verkauf derselben bekümmert man sich deshalb um die alte, bonitierte Klasse nicht mehr.

Auch von seiten des Staates hat man erkannt, daß die bonitierten Klassen nicht mehr das richtige Bild des wirklichen Reinertrages der

Ländereien bieten. So kümmern in den meisten Fällen die Generalkommissionen — wenigstens hier — bei Bildung von Rentengütern sich nicht mehr um den Reinertrag, sondern lassen das zu bildende Anwesen von ihren Vertrauensmännern ohne Berücksichtigung der Bonität bewerten. Zu diesen Vertrauensmännern werden erfahrene, mit den Verhältnissen der Gegend vertraute Landwirte genommen. In ähnlicher Weise sollte man auch das Bewerten der Gewässer vornehmen, denn es kann nur derjenige, der mit den Verhältnissen einer Gegend völlig vertraut ist, sich ein einigermaßen richtiges Bild machen. Ich halte es für vollständig verfehlt, wenn man bei der nassen Bewirtschaftung des Landes mit dem anfangen wollte, womit man bei der trockenen am Ende ist.

Die Zeit ist da, wo auch der Wasserwirt mehr die zeitlichen Hilfsmittel benutzen muß, und da halte ich es für ganz verkehrt, sich jetzt noch mit Einführung von Einrichtungen zu plagen, die dann in kurzer Zeit der Vergangenheit angehören müssen, wie es jetzt schon zum Teil mit der Bonität des Landes ist. Es gehört also nach meiner Meinung zur Bewertung ein erfahrener Praktiker, der seine Formeln in seiner Erfahrung hat und offene Augen und Ohren mitbringt. —

Daß das Wachstum des Fisches, wenn dies einwandsfrei zu erfahren ist, ganz besonders mitbestimmend bei der Bewertung eines Gewässers sein muß, ist selbstverständlich, nur darf man sich dabei nicht auf einige Jahre beschränken, es muß vielmehr eine langjährige, geordnete Buchführung vorliegen. Das Wachstum des Fisches aber ausschließlich maßgebend sein zu lassen, wäre ganz verkehrt. Ich gebe darin den Österreichern ganz recht. Es spielen doch auch beim Wachstum des Fisches zu viele Umstände mit. — Dann will ich auch nicht nur das, was ist, sondern, wie ja schon erwähnt, was leicht und billig zu schaffen ist, mit bewertet haben. In der Landwirtschaft sind wir doch so weit, daß derjenige, der noch nach der Methode von „vor 50 Jahren" wirtschaften wollte, nur einpacken kann. Es ist die höchste Zeit, daß die Wasserwirtschaft der Landwirtschaft folgt, andernfalls verliert sie ihre Existenzberechtigung. Die Teiche bringen sonst durch Gräsung von Vieh unter Anwendung von Kunstdung mehr als durch Fischzucht, und machen weit weniger Arbeit."

Vervollständigt werden diese Angaben durch folgende Ausführungen von Giesecke hauptsächlich über Moorteiche:

„Sie wollten Auskunft haben, in welcher Weise ich Gewässer bonitiere! Darüber habe ich mir selbst noch kein eigentliches System zurecht gestellt, sondern urteile unter Berücksichtigung aller Faktoren von Fall zu Fall. Maßgebend ist vor allen Dingen die Vorflut. Ein Teich, der nicht vollständig trocken zu legen ist, ist minderwertig.

Der zweite Faktor ist die Herkunft des Wassers: ob aus Ackerländereien oder aus Holz und Wiesen, ist ein großer Unterschied. Über die Qualität des Wassers gibt die Kleinfauna im

Zuflusse den besten Aufschluß. Flohkrebse und Schnecken sind ein sicherer Beweis, daß das Wasser gesund und nahrungsreich ist. Den hauptsächlichsten Anhalt für die Beurteilung des Wassers liefert aber die Untersuchung auf Härtegrade. Nachdem ich jetzt Hunderte von Gewässern untersucht habe und Gelegenheit hatte, die untersuchten Gewässer auf ihre Ertragfähigkeit zu prüfen, stehe ich auf dem Standpunkte, daß die Härtegrade im festen Verhältnis zu der Qualität des Wassers stehen. Ich teile die Gewässer so ab, daß ich unterscheide solche bis zu $1^1/_2$ Härtegraden = schlechteste Klasse; 6 bis 8 Härtegrade = mittlere Klasse; 12 bis 14 Härtegrade = beste Klasse. Es ist ja eigentlich selbstverständlich, daß die Härtegrade des Wassers uns meistens über die Herkunft des Wassers und über die Beschaffenheit der umgebenden Böden Auskunft geben. Unterstützt wird mein Urteil durch die Untersuchung auf Ammoniak, die ebenfalls sehr leicht auszuführen ist.[1])

Seit längerer Zeit untersuche ich auch regelmäßig den Teichboden auf Kalk und bediene mich hierbei des Kalkmessers von Dr. Passon, der den Kalkgehalt sofort in Prozenten angibt. Die Handhabung ist ebenfalls so einfach, daß für solche Untersuchungen wenig Zeit verbraucht wird (s. S. 426).

Unter Berücksichtigung des bisher Gesagten mache ich auf Moorböden folgende Unterscheidung:

I. Klasse: Speckige, schwarze Moorerde (mit Lehmteilen), kalkhaltig, mit Holz im Untergrunde, 40 bis 100 cm tief, pro $^1/_4$ ha 60 bis 70 Pfund Zuwachs.

II. Klasse: Erdiger, schwarzer Moorboden, kalkhaltig, in der Regel mit Holz im Untergrunde, 60 bis 100 cm tief, pro $^1/_4$ ha 50 bis 60 Pfund Zuwachs.

III. Klasse: Fester, schwarzer Torfboden, wenig kalkhaltig, häufig mit Holz im Untergrunde, 0,6 bis 1,5 m tief, pro $^1/_4$ ha 40 bis 50 Pfund Zuwachs.

IV. Klasse: Loser, gelber und schwarzer Torfboden, meistens ohne Kalk, auch meistens ohne Holz, 1 bis 1,5 m tief, pro $^1/_4$ ha 30 bis 40 Pfund Zuwachs.

V. Klasse: Loser, gelber und schwarzer Torfboden, ohne Kalk und Holz, von 2,0 bis 5,0 m tief, pro $^1/_4$ ha 10 bis 30 Pfund Zuwachs."

---

[1]) Die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl habe ich, weil zu umständlich, wieder aufgegeben; auch zeigt der rohe Moorboden (Niederungsmoor) keine wesentlichen Unterschiede.

B. Nahrungsuntersuchungen.

1. Allgemeines.

Als wertvolle Hilfsmittel bei diesen Bonitierungen wurden im voraufstehenden wiederholt die Nahrungsuntersuchungen bezeichnet, gleichzeitig erwähnte ich aber auch, daß wir über den Speisezettel der Wild- wie der Teichfische durchaus noch nicht in dem Maße unterrichtet sind, wie das im Interesse der Wasserwirtschaftslehre erwünscht wäre, daß alle darauf aufgebauten Theorien mithin cum grano salis zu nehmen sind. — Ganz abgesehen von den typischen Räubern, den Koregonen, Stinten, Lauben, bezüglich deren Kost bloß insofern noch Meinungsdifferenzen obwalten, als die einen bestimmte Gattungen und Arten als deren bevorzugte, ja ausschließliche Nahrung ansprechen, während andere einen durch den Instinkt oder Geschmack bedingten periodischen bzw. fortwährenden Futterwechsel annehmen, dritte endlich die Gelegenheit zum ausschlaggebenden Faktor stempeln, und die Befunde von Mahnkopf (s. S. 479 usw.) sowie Marsson (Erbsenmuschel bei Maränen) denn doch zur Vorsicht mahnen, haben wir bezüglich der anderen zwei einander schroff gegenüberstehende Ansichten: Unsere Autoritäten auf dem Gebiete der praktischen Wildfischerei, die Hübner, Kegel, Kraatz, Mahnkopf, Struck und mit ihnen Frič, Frenzel, Arnold, Schiemenz, lassen das Gros der Friedfische nur in der Jugend sich von Plankton ernähren, sehr bald jedoch die Ufer- und Grundfauna derart bevorzugen, daß diese, wenn nicht zum ausschließlichen, so doch zum überwiegenden Faktor wird. Zacharias, Walter und mit ihnen viele unserer hervorragendsten Teichwirte diktieren dagegen der Schwebfauna (und -flora) eine weit größere Rolle im Speisezettel der Fried- und der jüngeren Raubfische zu, ohne den Wert der Ufer- und Grundfauna, wie der Luft- und Zufallsnahrung jemals zu leugnen. Die diesbezüglichen objektiven Ausführungen Walters sind, in Verbindung mit den treffenden Äußerungen von Zuntz, jedenfalls der eingehendsten Beachtung wert.

Nach meinem Dafürhalten — und ich stütze mich dabei auf die Erfahrungen unserer gewiegtesten Praktiker — ist es vor allen Dingen hohe Zeit, die Grünweidefische J. Šustas: den Döbel, Roddow, die Plötze, mitsamt der von Klutzinger ihnen

zugezählten Nase, definitiv aus den Listen zu streichen. Zweifelsohne wäre es recht erwünscht, wenn wir die oft riesigen Pflanzenmassen, wie sie gewisse Algen produzieren, mit ihrer Hilfe direkt in leidlich bezahltes Fischfleisch umzusetzen vermöchten. Ebensowenig wie aber der Karpfen ein Herbivor ist, obwohl er zeitweilig freiwillig große Massen pflanzlicher Produkte aufnimmt und sich sogar vorzüglich mit den verschiedensten Vegetabilien mästen läßt, berechtigen die gelegentlichen oder periodischen Befunde von Algen, pflanzlichem Detritus, zarten Blättern und gequollenen Samen uns dazu, die genannten Squalius-, Leuciscus- etc. Arten als „Grünweidefische“ zu diagnostizieren. Im daneben liegenden Becken ist ihre Nahrung zur selben Zeit vielleicht ebenso eine rein tierische, wie acht Tage später schon in dem untersuchten Objekte, und Vegetabilien wird schließlich jeder Fisch, selbst der ausgesprochene Räuber, sei es der Kohlehydrate, sei es der Fermentation wegen, endlich rein zufällig, aufnehmen, wie Mahnkopf an jüngeren Hechten, Aalen, Quappen, Maränen, mittelgroßen Barschen, Zandern und Stinten des öfteren beobachtete.[1])

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse natürlich bei degenerierten Fischen. Hier langt die tierische Kost für die vielen Mäuler nicht hin, fressen das vorhandene Wenige die kräftigsten, flinksten Individuen weg, muß sich also die schwächere Mehrzahl, um bloß ihr Leben zu fristen, an die Vegetabilien halten. So kann es kommen, daß diese widernatürliche Gepflogenheit mehrere Generationen hindurch beibehalten wird, bis Krankheiten, Raubfische oder die Geräte der Fischer Luft schaffen und dadurch die allmähliche Rückkehr zur ursprünglichen Nahrung ermöglichen. — Dem Umstande, daß dem Organismus unserer Weißfische der Übergang zur Pflanzenkost so ungemein schwer fällt, verdanken ebensowohl unsere Karpfenzüchter das spielend leichte Heranzüchten ihrer Rassen, Schläge und Stämme, wie Mahnkopf u. a. ihre sehr beachtenwerten Erfolge mit den Umsetzungen degenerierter Wildfische. Wäre jene Gepflogenheit ähnlich dem Planktonkonsum bei einigen Saiblings- und Maränenvarietäten bereits rassig fixiert gewesen, so würden wir vielleicht noch heute unsere

[1]) s. a. die Zusammenstellung v. E. Leonhardt, Fisch.-Ztg., X, No. 1 u. 2.

Karpfen nach den Prinzipien der Vor-Dubischschen Periode zu züchten gezwungen sein.

Während die Weißfische, gleich den Saiblingen, Seeforellen, Barschen und Kaulbarschen, sich, wie wir eben sahen, beim Fehlen ihrer typischen verhältnismäßig rasch einer, wenn auch minderwertigen, Ersatznahrung zuwenden und ihren Bestand so trotz der Ungunst der Verhältnisse retten, fällt das anderen, wie dem Zander, Stint, der Quappe, recht schwer. Bei ihnen beobachten wir infolge davon — wieder in Abhängigkeit von der Nahrung — eine augenfällige „Periodizität" derart, daß wenigen guten oft recht viele schlechte Jahre folgen.

Wir sehen, daß der unter die typischen Planktonkonsumenten gezählte Stint plötzlich in Flüssen und Seen derart massenhaft auftritt, daß er sogar direkt mit Töpfen und Kellen geschöpft werden kann und er zum Volksnahrungsmittel in des Wortes vollster Bedeutung wird. Ebenso überraschend, wie er gekommen, verschwindet er auch wieder, aber nicht, gleich dem Blaufelchen (Hofer), in die Tiefe der Seen und Haffe, sondern überhaupt von der Bildfläche. — Von den Maränen gilt nach Hübner, Mahnkopf u. a. das nämliche, und auch der Zander scheint davon keine Ausnahme zu machen. Derselbe braucht an organischer Substanz reiches trübes, aber nicht getrübtes Wasser, um seine von ihm geschützte Brut hochbringen zu können. Daß der Zander in seiner Jugend Kleintierfresser ist, steht fest, und so sehen wir denn auch, daß, solange in unseren Flüssen und Seen bestimmte Arten der Mikrofauna nur spärlich vorhanden sind, unser Fisch nicht recht fortkommen will. Sowie jene sich aber infolge besonders reichlicher Zuschwemmungen, günstiger Witterung u. a. m. kräftig vermehren, stellen sich mit einemmal massenhaft junge Zander ein. Der bisher zanderarme wird zum Zandersee in des Wortes vollster Bedeutung. — Und gerade dieses Steigen und Fallen der Nahrung dürfte unseren Landwirten und Viehzüchtern um dessentwillen recht geläufig sein, weil es sich auf der Wiese und Weide, ja, bei den Unkräutern im Acker in Abhängigkeit von der Düngung, Bearbeitung, Witterung usw. fortwährend wiederholt.

Im übrigen zeigen uns die von der Wissenschaft viel zu wenig gewürdigten Erfahrungen der Angler, in Verbindung mit den Wahrnehmungen der Praktiker und den neuesten Befunden von Giesecke und Cronheim, daß die Nahrung der Fische eigentlich einem beständigen Wechsel unterworfen ist. Ohne ersichtlichen Grund verschmähen die Tiere plötzlich einen Köder, den sie tagelang gierig annahmen; nicht selten variiert die Geschmacksrichtung im Laufe eines Tages sogar wiederholt (s. S. 480). Derartige Vorkommnisse auf ein „Überfressen" zurückzuführen, wie viele von den Anglern das tun, geht um dessentwillen schon nicht an, weil alsdann gleichzeitig der Appetit, also die Beißlust, fehlen müßte. Ebensowenig stichhaltig ist meines Erachtens freilich auch die Begründung durch das „Gewitzigtwerden". Die wahre Ursache scheint vielmehr die zu sein, daß der Organismus jede einseitige Kost perhorresziert.

Gewiß wird der Bau des Kiemenfilters bei der Ernährung ebensowohl ein Wort mitreden, wie die relative Größe des Bissens. Daß beide indessen keineswegs den Ausschlag geben, zeigen uns neben den Saiblingen, Döbeln, Rapfen die Barsche und Kaulbarsche solcher Becken, welche durchaus keinen Mangel an der Ufer- und Grundfauna oder gar kleinen Fischen haben. — Hierzu teilt mir E. Mahnkopf, außer dem Seite 479 Wiedergegebenen, noch folgendes mit:

„Sehr häufig habe ich beobachtet, daß größere Barsche, Kaulbarsche, Zander, Aale, Quappen, mittelgroße Hechte u. a. m. den Magen prall voll ganz kleinen Planktontieren hatten; dann bildeten wieder Würmer, größere Larven und Schnecken den ausschließlichen Darminhalt, während womöglich die wenige Stunden später in demselben Wasser gefangenen Räuber alle dick voll von kleinen Fischen: Ukeleien, Plötzen oder auch Stichlingen, saßen. Daß, gleich dem Wilde im Walde oder den Vögeln in der Luft, die Fische im Fluß oder See richtige Wechsel, Fährten resp. Zugstraßen haben, wissen wir Praktiker am besten, da auf diesem Umstande unsere Fangmethoden basieren. Auf diesen Wechseln ziehen sie hin und her und fressen dabei, was ihnen eben vor das Maul kommt, wobei sie freilich oft genug das Gelüste zu Seitensprüngen veranlaßt. Gleichwie nämlich der Rapfen oder Döbel dem Hecht die Maus vor dem Rachen wegschnappt, revanchiert dieser sich wieder dadurch, daß er eine ganze Portion fetter Wasser-, Maikäfer oder Schnecken auf einmal verschlingt; ebenso wie der Döbel mitunter auf den Frosch beißt, nimmt auch der Hecht gar nicht so selten den Wurm, die Forelle den Semmelbrocken an.“

Der Grund, warum so ausgesprochene Großtierfresser, wie der ausgewachsene Saibling usw., zu reinen Planktonkonsumenten zu werden vermögen, dürfte meines Erachtens tiefer liegen. In Kapitel I und II sahen wir, wie unter den heutigen Verhältnissen in sehr vielen Objekten der Schlamm nicht bloß unproduktiver, sondern vor allen Dingen insofern ungesünder wird, als in ihm an die Stelle der früheren regulären Umsetzungen Fäulnisprozesse getreten sind. Daß dieser Umstand die Entwickelung der zum Teil als arge Schmutzfinken bekannten Grundtiere durchaus nicht hemmt, vielmehr befördert, zeigen uns die Untersuchungen von Seligo, Marsson, Schiemenz, Hofer zur Genüge. Die Beobachtungen von Mahnkopf u. a. machen es in Verbindung mit den Forschungen von Rosenfeld-Breslau aber weiter sehr wahrscheinlich, daß die in puncto „gusto“ teilweise recht empfindlichen Fische diese Kost möglichst meiden, wenn sie

dieselbe dennoch fressen, einen ganz eigentümlichen, „petroleumartigen“ Geschmack annehmen, der — soweit er von Fetten, speziell Fettsäuren, herrührt — durch reichliche Aufnahme von guter Ufer- bzw. Luftnahrung wieder wett gemacht zu werden vermag. Da in vielen von unseren subalpinen Seen einmal die Entwickelung der Schar eine minimale ist, andererseits die Wälder, Sümpfe und Brüche fehlen oder im Gegensatz zu früher stark zurücktreten, gehen jene beiden in ihnen rar. Die Raubfische werden sich also in der Jugend mehr an das Plankton halten müssen, weil die Ufer- und Zufallsnahrung fehlt, und die Grundfauna ihnen nicht mundet. Bricht später — etwa nach Abschluß des ersten oder zweiten Jahres — die Räubernatur durch, so finden sie zwar Objekte zur Stillung ihres Hungers in Hülle und Fülle, aber dieselben schmecken ihnen nicht, und gleichwie der Hecht in gewissen Gewässern die Schleie schont, nicht, weil er eine absonderliche Freundschaft für dieselbe hegt (Geßner), sondern weil sie ihm zu erbärmlich schmeckt, ist das auch bei vielen von diesen Saiblingen der Fall. Infolge davon bleiben sie Planktonkonsumenten, während ihre weniger empfindlichen Artgenossen sich an die größeren Bissen halten. Der Planktonkonsum bedingt aus den früher ventilierten Gründen (s. S. 475) zunächst ein langsameres Wachstum, dann aber auch ein Absteigen in tiefere, kohlensäurereichere, überhaupt ungesündere Schichten, besonders im Winter, und dort setzt dann ein rascher, starker Verfall aus genau denselben Ursachen ein, aus denen der kräftige Bos primigenius, der gefürchtete Ur unserer Altvorderen, in kurzer Zeit zum Brachyceros, zur Torfkuh, wurde.

Dabei wird man mir gewiß entgegenhalten, daß, weil sowohl die Fette wie gewisse Geschmackstoffe wenig oder gar nicht verändert in den Körper überzugehen pflegen (s. S. 537), folgerichtig auch die Saiblinge jener Seen „möseln“ müßten. Das ist indessen durchaus nicht notwendig. Der Saibling ist nach den Beobachtungen von Gg. Rauch u. a. ein flinker Räuber, er wird also einen nicht unbeträchtlichen Teil des Aufgenommenen verbrennen, und, da hierbei die Fette zuerst mit herangezogen werden, und er keinen beträchtlichen Vorrat von ihnen stapelt, wären derartige Schlußfolgerungen verkehrt.

Wie sehr aber Walter und ich recht haben, wenn wir immer und immer wieder die Qualität der Nahrung in den Vorder-

grund schieben und speziell ich diese als das **allein ausschlaggebende** Moment ansehe, beweisen folgende Tatsachen: In den subalpinen, durch eine geringe Fettweide sich auszeichnenden Becken bleiben die Plankton konsumierenden Barsche (Bierschlinge) und Saiblinge weit hinter ihren als Ichthyophagen sich betätigenden Artgenossen zurück. Die bloß von Fischen lebenden Barsche des Sacrower Sees sind dagegen total degeneriert, während die bei 18 cm Länge noch ausschließlich Plankton konsumierenden des Wystitter Beckens (Ostpreußen) zu den besten gezählt werden müssen. Sehr rasch- und großwüchsig sind ferner die nur auf die Kleinfauna angewiesenen Hechte des Lumpa-Sees bei Storkow (Mahnkopf, Fisch.-Ztg., X, No. 8).

Von Einfluß auf die Ernährung der Fische wird, wie Mahnkopf im voraufstehenden bereits hervorhob, weiter der Standort und die jeweilig auf ihm vorhandene Fauna sein. Als einen derartigen bevorzugten Standort betrachtet man die Schar; mit welchem Rechte, ist nicht ersichtlich, da — abgesehen von der Laichzeit — die ergiebigsten Fischzüge nicht dort, sondern in den tieferen Partien gemacht werden, und sich neben der Brut eigentlich recht wenige, wie der Sanddöbel (Hasel), die Stiftplötze, der Bierschling (Rohrbarsch) auf ihr herumtreiben, und wenn im Gegensatz zu den Winter- von den Sommerlaichern die flachen Uferpartien als Produktionsplätze für die Brut mit Vorliebe aufgesucht werden, so dürfte das wohl eher mit der Wasserwärme und der dadurch bedingten sicheren, schnelleren Entwickelung, vielleicht auch mit dem höheren Sauerstoffgehalt und den besseren, gesünderen Verhältnissen, als gerade mit der Nahrung zusammenhängen. Denn warum werden die Krazingen, Erarchen, ferner gewisse Kuppen im See oder Teiche usw. — letztere sobald sie nur genügenden Krautwuchs besitzen — so gerne von den verschiedensten Arten zu Laichzwecken benützt, und warum bleibt die Brut dort monatelang stehen, wächst sie daselbst auch nicht um ein Jota schlechter, sondern meist weit besser ab als jene „auf den bevorzugten" Weideplätzen der Schar? — Endlich wollen wir auch nicht vergessen, daß die von gewissen Seiten scharf betonten Unterschiede zwischen Ufer und freiem Wasser in der Mehrzahl unserer Objekte gar nicht in der Weise hervortreten, daß sich darauf ein besonderes System oder scharf begrenzte Typen gründen lassen.

2. Untersuchungsmethoden.

Wie wir im voraufstehenden sahen, setzt sich die für die Ernährung der Fische oder richtiger die Ökologie des Gewässers direkt und indirekt in Betracht kommende Weide aus der Ufer-, Grund- und Schwebfauna bzw. -flora, zeitweise aber auch in nicht unbeträchtlichem Maße aus der Luft- oder Zufallsnahrung zusammen. Um uns ein zutreffendes Bild von der Art dieser Weide entwerfen, dieselbe ihrer Menge, insbesondere aber ihrer **Güte** nach einschätzen zu können, werden wir uns also von jedem dieser Komponenten eine gute Durchschnittsprobe verschaffen müssen. Von dieser letzteren vereinigen wir alsdann einen bestimmten Teil mit ebensolchen der anderen zu einer Gesamtdurchschnittsprobe, während wir den Rest nach Vornahme der mikroskopischen Inventur, also eventuellen Auszählung der Individuen, chemisch zergliedern. — Hauptsache bleibt dabei, daß wir, um die erhaltenen Werte unter sich und mit denen anderer vergleichen zu können, immer nach einem ganz bestimmten Schema arbeiten müssen.

Außerdem haben wir von vornherein eine Anzahl Faktoren zu berücksichtigen, die, so nebensächlich sie auf den ersten Blick auch erscheinen mögen, doch von einschneidender Bedeutung sind. Hierzu gehört vor allem die Witterung. Die Abhängigkeit der Umsetzungen und Zersetzungen im Wasser resp. Schlamm, wie der Sauerstoff- und Kohlensäureproduktion sowohl von der Menge der Organismen (und dadurch indirekt von der Wärme), als auch von der Intensität der Belichtung wurde bereits in Kapitel I und II näher erörtert. Dort wurde ferner an der Hand der Untersuchungen von F. Hoffmann-Berlin gezeigt, wie leicht plötzliche Schwankungen im Barometerdruck, weil sie schädliche Gase zum Aufstieg in die obersten Regionen oder zur Kondensation in den unteren Schichten, mithin das Wasser zu erhöhter Absorption, veranlassen, Kalamitäten hervorzurufen imstande sind. Weiterhin erregen rapide Temperaturstürze (wie sie Hagel, Schloßen usw. bedingen) — ganz abgesehen von einem eventuellen massenhaften Absterben niederer Organismen (Wasserblütenalgen, Krustazeen) und als Folge davon einem Auswandern der Fische, wie es Mahnkopf im Rudowsee bei Lenzen an jungen Zandern beobachtete — oft zyklonartige Strömungen, während endlich, das zeigen uns die Euglenahäute im Dorfteich oder die Wasserblütenalgen usw. im See eklatant, Wind und Wellenschlag nicht nur die gleichmäßige Verteilung der Planktonten und litoralen Organismen empfindlich stören, sondern auch das Laichen der Fische an derartigen an sich guten Stellen verhindern. — Der letztere Umstand ist namentlich für den Karpfen und die Schleie

vielfach ausschlaggebend, während andere Weißfischarten, und mit ihnen der Hecht, Barsch, durch jenen im großen ganzen sich wenig irritieren lassen.

Genaue meteorologische Beobachtungen unter Berücksichtigung der Intensität der Belichtung, auch während der Nacht[1]), der Wasserfarbe-, -durchsichtigkeit und -dichte, der Windrichtung und -stärke, des Wellenschlages und der Strömungen, der Menge und der Art der Niederschläge bzw. Zuschwemmungen sind daher von größter Wichtigkeit. Hierher gehören natürlich auch fortgesetzte Beobachtungen an Wasserstandsmessern oder „Pegeln", wobei man in großen wie kleinen Becken mitunter eigentümliche periodische Schwankungen des Spiegels (meist nur um wenige Zentimeter und von kurzer Dauer [„Seiches"]) wahrnehmen wird (Forel). — Daß diese Untersuchungen ausschließlich an dem betreffenden Objekte selbst vorgenommen werden müssen, und daß eine Übertragung der in mehr oder minder entfernten meteorologischen Stationen registrierten Daten durchaus unzulässig ist, versteht sich eigentlich von selbst; trotzdem ist gerade in dieser Beziehung viel gesündigt worden.

Die Färbung des Wassers konstatieren wir — ev. unter Benützung eines Kolorimeters — vermittelst der Skala von Forel-Ule, seine Klarheit („Sichttiefe" und damit seine Durchlässigkeit für das Licht) an den in jenes versenkten, 30 cm weiten, hellen Scheiben bzw. dem Verschwinden des untergetauchten Planktonnetzes aus dem Gesichtskreise, während wir uns zur Feststellung feinerer Nuancen, besonders in tiefen Seen, elektrischer Lampen oder verschieden empfindlicher photographischer Platten werden bedienen müssen (Hofer, Klunzinger).

Über den Heliotropismus, vornehmlich der niederen Tiere und Pflanzen, liegt bereits eine dick angeschwollene Literatur vor, um so interessanter ist das von den tiefen alpinen und subalpinen Seen längst bekannte (K. Vogt, Hofer, Klunzinger), jüngst aber auch für unsere norddeutschen Flachlandbecken konstatierte Faktum, daß nämlich gewisse Komponenten der Schwebfauna, welche am Tage die tieferen Schichten frequentieren, bei Nacht an die Oberfläche kommen, gefolgt von ihren Konsumenten, den Saiblingen, Maränen, Felchen, Agonis usw. Über die Gründe s. Klunzinger, Ztschr. f. Fisch., V, 3 u. 4, S. 161—163. Nach meinem Dafürhalten dürfte der Sauerstoff das Agens sein.

Die Menge und Güte der Zu- und Abschwemmungen berechnen wir in bekannter Weise aus Breite $\times$ Tiefe $\times$ Strömungs-

---

[1]) Man vergleiche nur die Wucherung bestimmter Bakteriengruppen unter Einfluß abweichender Belichtung, auch während der Nacht, einmal gründlich, und man wird alsbald manchen scheinbar unerklärlichen Vorgängen auf die Spur kommen. Ohne einiges Nachdenken und eigene Gedanken bzw. Kombinationen erreicht man auch in der Hydrobiologie nichts.

geschwindigkeit, sowie weiterhin aus den Ergebnissen der exakt gezogenen Durchschnittsproben, die der Niederschläge aus dem Inhalt des Regenmessers, dessen Mensur wir, um Ammoniakverlusten vorzubeugen, vornehmlich im Sommer, stets mit etwas reiner Salzsäure beschicken werden. — Die Strömungen im Objekt selbst bestimmen wir durch Hinablassen eines leichten Taues vom ruhenden Kahne aus und durch Messen seiner Abweichung von der Senkrechten (Klunzinger) oder durch Versenken verschieden gefärbter, dem in den betreffenden Schichten herrschenden Druck genau äquilibrierter Glaskugeln, mit deren Hilfe wir auch die Stärke der Strömungen leicht eruieren können. — Die Temperatur der oberen Schichten zeigt uns der von N. Zuntz konstruierte, mit einem Thermometrographen (Fig. 154) ausgestattete schwimmende Apparat, diejenige der tieferen das anbei (Fig. 155) skizzierte von L. Cohn modifizierte Umkipp- oder das in Figur 156 dargestellte einfache Tiefseethermometer von P. Altmann an.

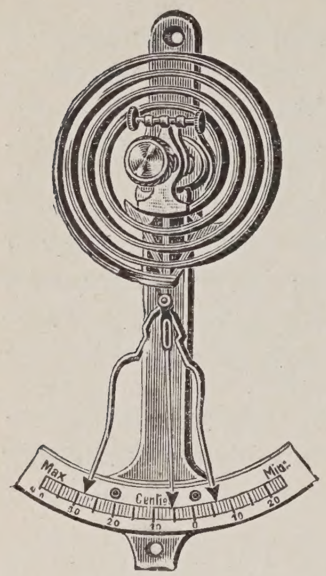


Fig. 154.
Thermometrograph.
(P. Altmann-Berlin.)

Ganz besonders belangreich ist natürlich eine eingehende Kenntnis des Gewässerprofiles. Beim Teiche erfahren wir dasselbe von den Sämerungen oder Sömmerungen her zur Genüge, auch in vielen Bächen, Flüßchen und flachen Seen vermögen wir uns von jenem unschwer ein zutreffendes Bild zu entwerfen. Ganz anders liegen die Verhältnisse jedoch in großen, tiefen, noch wenig oder gar nicht erforschten Becken. In ihnen müssen wir systematisch Lotungen vornehmen.

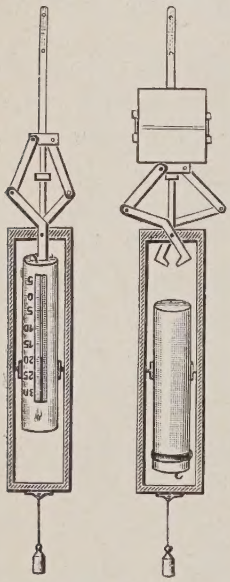


Fig. 155.
Umkippthermometer
nach L. Cohn.

Zu diesem Behuf überspannen wir kleinere oder recht langgezogene, größere Objekte nach Zacharias zunächst von einem Ende quer mit einem Tau oder starken Bindfaden, fahren mit einem Boot längs diesem von einem Ufer zum gegenüber liegenden, von 10 zu 10 m eine Lotung vornehmend und die Resultate genau in ein Protokoll aufzeichnend. Das Lot selbst besteht aus einem etwa 2 bis 3 kg schweren, zuckerhutähnlichen Bleigewicht mit einer Öse am spitzen und einer napfförmigen Vertiefung am breiten, glatten Ende. Diese hält, mit Fett gefüllt, Bodenpartikelchen fest und ermöglicht dadurch eine oberflächliche Orientierung über den Untergrund, zu dessen genauer Feststellung wir uns freilich, sei es mit Hilfe der Dredge oder des Handbaggers oder der von Ule resp. Asper und Heuscher angegebenen Schlammschöpfer werden größere Proben verschaffen müssen. Die an der Öse befestigte, gut geteerte Lotschnur trägt in regelmäßigen Abständen von $^1/_2$ bzw. 1 m Marken, etwa in Form von verschieden gefärbten und gestellten Zeuglappen, wobei jeder fünfte oder zehnte Meter durch doppelte Lappen oder eine Metallspange besonders kenntlich gemacht wird.

— Das Lot muß bei straffer Spannung der Leine fest auf den Grund aufstoßen. Sollte man vorher, wie das bei muddigem Grunde nicht selten der Fall ist, einen Widerstand verspüren, so ist das durch Untersuchung der heraufgezogenen Schnur zu kontrollieren und ebenfalls im Protokoll zu notieren, z. B. Station I, No. 6: Lot stößt an bei 8,25 m, sitzt fest bei 10,25. — Während für den Orographen und Geophysiker eigentlich nur die letzte Zahl, also die feste Sohle, in Betracht kommt, ist aus den Seite 316 und 317 ventilierten Gründen die muddige Schicht für uns oft weit wichtiger.

Haben wir in der eben geschilderten Weise die eine Reihe gehörig ausgelotet, so rücken wir die Schnur an beiden Ufern um 10 m weiter und wiederholen die Prozedur. — Bei sehr großen, breiten Objekten werden wir dagegen auf bestimmte Richtpunkte schnurgerade mit dem Dampf- bzw. Motorboote hinsteuern, wobei wir die zurückgelegten Entfernungen und damit die Lotungsstellen mittels eines Patentlogs normieren, sowie deren Lage durch Kreuzpeilungen kontrollieren. Außerdem werden wir aber auch den Winter, oder richtiger die Eisdecke, für derartige Untersuchungen ausnützen.

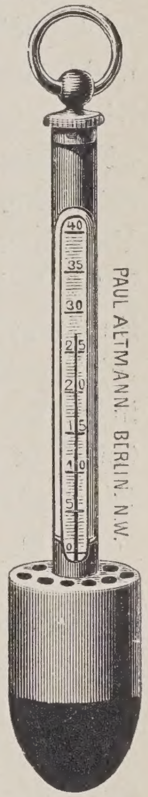


Fig. 156. **Einfaches Tiefseethermometer.**

Was nun a) **die Luft- oder Zufallsnahrung** anlangt, — zu derselben gehören, außer den durch elementare Ereignisse usw. oft massenhaft ins Wasser geratenen (beispielsweise an abgefallenen Blättern und Zweigen festsitzenden) Insekten, Insekteneiern und -larven (Eintagsfliegen an der Theiß und Saale), Schnecken, den Blütenpollen u. a. m., die in manchen Gewässern zeitweise in Mengen treibenden Pflanzensamen ebenfalls (W a l t e r und K n a u t h e), — so ist in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle deren Verteilung leider eine derartig ungleichmäßige, daß eine quantitative Abschätzung der für das betreffende Objekt bzw. dessen Makrofauna nutzbaren Menge äußerst schwierig, meist sogar unmöglich ist. An der Oberfläche flottierend, werden sie nämlich wie die Oszillarienfladen, zugleich mit jener feinen, aus Bakterien, Diatomeenresten, Larvenhäuten, aber auch Eiern von Krustazeen, Statoblasten von Bryozoën u. a. m. bestehenden Kahmhaut nur zu leicht vom Winde resp. Oberflächenströmungen ans seichte Ufer oder richtiger auf den Strand getrieben und so aus dem Stoffkreislauf ausgeschaltet, ehe noch die Fische ihrer habhaft zu werden ververmögen. Andererseits trifft man wiederum gar nicht selten in den ruhigen Buchten zusammengewehte Haufen von Insektenkadavern und Samen an, die, obschon sie für die Fische leicht

erreichbar sind, von diesen doch gemieden werden, sei es, weil ihnen anderes, besseres Futter zur Verfügung steht, sei es aus Prinzip. So wurden Blattläuse in einigen Weihern zu Drahomischl gerne, in anderen dagegen widerwillig und in dritten gar nicht genommen, ignorierten die Fische der Guttauer Teiche eine kleine, schwarze Fliegen- ebenso wie die Bewohner der Gewässer bei Spandau im September eine braune Spannerart, während die Lauben, Döbel, Hasel, Nasen im Bobr und der Olsa wie toll nach beiden sprangen. Infolge davon heißt es gerade hierbei nicht nur phänologisch und chemisch, sondern vor allen Dingen biologisch analysieren, den Wert der betreffenden Arten als „Futtermittel" feststellen. — Ebenfalls an der Oberfläche treiben zeitweilig jene Polster und Fladen von Fadenalgen, welche wir als Verarbeiter und Speicherer überschüssiger Dünger-, Produzenten beträchtlicher Mengen von Sauerstoff, sowie bester organischer Substanz, nicht zuletzt als Unterschlupf- und Weideplätze zahlreicher Organismen kennen gelernt haben. Sie werden wir daher in erster Linie fassen müssen, nicht minder aber auch die durch Gase in gleicher Weise periodisch hochgetriebenen Oszillarien-Diatomeenkonglomerate.

Am sichersten noch ermitteln wir die Menge aller dieser Objekte durch die etwa nach dem in Figur 76 enthaltenen Schema ausgeführten Oberflächenfänge, wobei wir, speziell bei den Fadenalgen, allerdings oft genug werden mit dem Messer oder der Schere hantieren müssen. — Als Fanginstrument benützen wir entweder den von Marsson und Walter (für Teichbonitierungszwecke) empfohlenen, aus feinster Müllergaze hergestellten, auf einen Stab aufsteckbaren, handlichen Kescher (Fig. 159), dem wir später noch öfters begegnen werden, oder das von L. Cohn, Ztschr. f. Fisch., X, 4, S. 229 beschriebene, von Thum-Leipzig gefertigte Modell.

Dieses Oberflächennetz hat vorn einen rechtwinkligen, aus dünnen Messingleisten gebildeten Rahmen von 30 cm Breite und 10 cm Höhe. An den beiden kurzen Seiten desselben sind starke Korkplatten in der Weise angebracht, daß das Gestell mit dem an ihm befindlichen Beutel aus Seidengaze No. 12 schwimmt. An seinem spitz auslaufenden Ende trägt der letztere einen kleinen Messingeimer, in welchem sich der Fang sammelt, und aus welchem dieser durch einen mittels eines Quetschhahnes verschließbaren

Gummischlauch, wie bei dem vorher genannten Instrument, direkt in die Mensur (Fig. 10) entleert werden kann. Dieses Netz hat den Vorteil, daß es, hinter dem Boote hergezogen, je nach der Stärke (Geschwindigkeit) der Fahrt eine verschieden mächtige Oberflächenschicht abzufischen imstande ist. Bei langsamer Fahrt streift es schwimmend nur die obersten 3 bis 5 cm ab, bei rascherer sinkt es tiefer und tiefer, bis es schließlich bei kräftigem Rudern mit der vollen Öffnung ein- bzw. untertaucht. — Unter Berücksichtigung des durch die Fahrgeschwindigkeit bedingten Filtrationskoëffizienten lassen sich die Fangresultate immerhin leidlich quantitativ gestalten.

b) Plankton. Von den hierher gehörigen Komponenten der Weide, deren indirekter Nutzen oft weit beträchtlicher ist als der direkte, — bei den chlorophyllhaltigen, einzelligen Algen und Flagellaten beispielsweise die Fähigkeit, Nitrate, Ammoniak, vielleicht auch organische Stickstoffverbindungen in ihrer Körpersubstanz zu speichern und unter dem Einfluß derartiger guter Existenzbedingungen große Sauerstoff-, Kohlehydrat-, sowie Fettmengen (aus Kohlensäure) zu produzieren einer-, als Krustazeennahrung andererseits; bei Infusorien und kleinen Krebstierchen die Verarbeitung von gelöster organischer Substanz (Knörrich) und Detritus, — und die sich, wie gesagt, um so weniger scharf gegen diejenigen des Ufers und Grundes abgrenzen lassen, je flacher, teichähnlicher das betreffende Gewässer (Walter, Br. Schroeder, Zimmer) und desto mehr gegen jene beiden zurücktreten, je stärker die Strömung (Flüsse) oder geringer der Nährstoffgehalt im Vergleich zum Schlamme ist, wird (mit Ausnahme des Potamoplanktons sowie desjenigen der Objekte mit kräftigem Durchfluß) immer eine sehr gleichmäßige Verteilung vorausgesetzt und von Anhäufungen oder Schwarmbildungen nur höchst selten als von Ausnahmefällen berichtet. Das mag für das Gros unserer mageren, von nur wenig gehaltreichen Zuflüssen gespeisten Durchschnittsseen und -teiche ebensowohl zutreffen, wie es andererseits für die intensiv gejauchten Dorf- oder gleichmäßig gedüngten Kulturweiher stimmt. Sowie jedoch an gelösten Stoffen reiche Zuflüsse, Kot, Harn, in Häufchen abgeschlagener Dünger oder endlich Futterplätze mit ihren oft bedeutenden Quantitäten leicht wasserlöslicher Bestandteile in Betracht kommen, ändert sich die Situation mit einem Schlage vollständig. Wie schon Seite 290 ff. in Verbindung mit den Beobachtungen von Marsson, Schiemenz, Cronheim, Brandt u. a. an der Hand analytischer Daten nachgewiesen wurde, erfolgt die Verteilung der ungleichmäßig eingebrachten Düngermengen trotz Wind und Strömungen selbst in kleineren Objekten beileibe nicht derartig rasch, wie man gemeinhin anzunehmen geneigt ist. Sind diese Zuflüsse im Vergleich zu dem ursprünglichen Wasser nun sehr gehaltreich, ihr spezifisches Gewicht und ihr osmotischer Überdruck

also beträchtlich, — ein Faktum, welches besonders auf Schmelzwässer, aber auch bei Effluvien und Soolen zutrifft, — so pflegen sich nach meinen Beobachtungen die mit einer stärkeren Eigenbewegung ausgestatteten Organismen, einschließlich des mobileren Teiles der Grund- und Uferfauna (mit Ausnahme der mit besonderen Schutzvorrichtungen versehenen, stark saprophilen), im weitesten Umfange von der gefährdeten Stelle wegzuziehen, während die nur flottierenden zurückgedrängt und die festsitzenden, unbeholfenen vernichtet werden. Auf diese Weise bilden sich spontan (allerdings mehr oder minder rasch wieder abflutende) wall- oder dammartige Anhäufungen von Organismen, gelangen weiterhin aber auch eulitorale Spezies in das Plankton oder Benthos hinein. — Andererseits ziehen Tiere, wie Pflanzen (Flagellaten) sich bekanntlich wiederum nach den ihnen die besten Existenzbedingungen bietenden Stellen hin. Das geschieht, wie bei jüngeren Fischen, Mückenlarven usw., bei Krustazeen, Diatomeen, Geißelträgern u. a. ebenfalls. Deswegen glaube ich die Gleichmäßigkeit der Verteilung des Planktons nicht allzu stark betonen zu dürfen.

Für den Fang der Planktonten in Seen und tieferen Gewässern werden die von Apstein in seinem grundlegenden Werke beschriebenen modifizierten Hensenschen Methoden vorerst ebensowohl maßgebend bleiben, wie für die Teiche die von Walter ausgearbeiteten, obwohl dem Planktonnetze, mithin auch den auf demselben basierenden Fangarten, so zahlreiche Mängel anhaften, daß man die Vernachlässigung der von J. Frenzel vorgeschlagenen, von Schiemenz etwas modifizierten Planktonpumpe nicht recht begreift. Speziell gegen das Waltersche Verfahren sind von den verschiedensten Seiten alle möglichen und unmöglichen Einwände erhoben worden: dem einen gefällt die Betonung der Proportionalität in der Abnahme von Ufer-, Grund- und Schwebfauna nicht, weil seiner Ansicht nach der auch im Winter fressende Karpfen die ersteren beiden entschieden bevorzugt und das Plankton nur als „Notbehelf" aufnimmt, dem anderen ist die ganze Prozedur zu umständlich, ein dritter wieder betrachtet, weil er den Teich als Maststall ansieht und infolge davon alles durch Surrogate erreichen zu können meint, die Mikrofauna und -flora als recht überflüssig. Je mehr indessen exakte Versuche, wie die von E. Giesecke und seinen Mitarbeitern seit einer Reihe von Jahren in der Provinz Hannover ausgeführten in Verbindung mit Walters früheren und Vogels neulichen Befunden, den Wert der Kleintiere und -pflanzen, und zwar der bodenständigen (Limnaeen, Köcherfliegenlarven, Gammarus, Würmer [S. Jaffé]) wie der Planktonten, sowohl als Verarbeiter

der Reste und Fäkalien wie ganz besonders als Kom- und Supplemente des Kunstfutters zeigen, je mehr wir sehen, in welch hervorragendem Grade die Produktivität durch die Güte der Weide beeinflußt wird und, wie selbst über dem intensiv gejauchten Dorfteich eigentlich beständig das Gesetz vom Minimum schwebt, desto mehr werden wir das Waltersche Verfahren seiner Einfachheit und Handlichkeit halber, womöglich in Verbindung mit der Zuntzschen Becherglasmethode, im intensiven Betriebe fortlaufend anzuwenden genötigt sein.

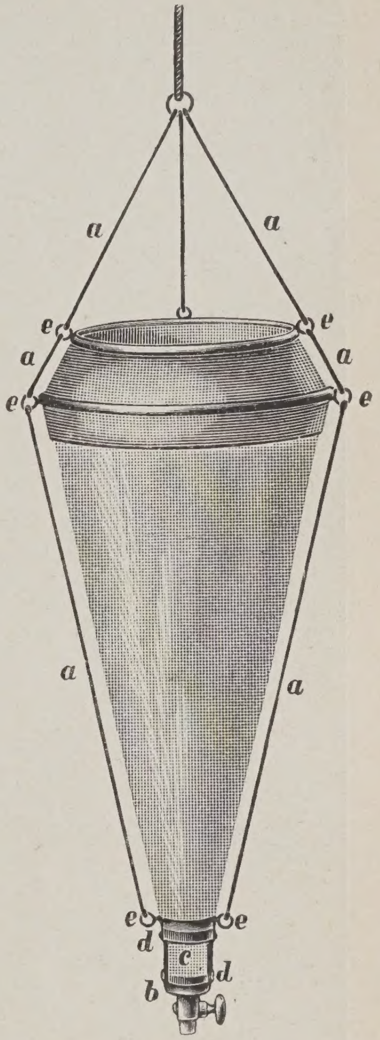


Fig. 157.
Quantitatives Planktonnetz
von V. Hensen.

Zum quantitativen Fange der Planktonten in Seen bedient man sich des in Figur 157 abgebildeten Hensenschen, welches gleich dem ihm in vielen Stücken ähnelnden Teichplanktonnetz (Fig. 158), und zwar in drei Größen, von dem Universitätsmechaniker Zwickert in Kiel geliefert wird. An einem etwa 20 bis 25 cm im Durchmesser spannenden, soliden Messingring wird das durch einen Baumwollen- oder Leinwandstreifen verstärkte obere Ende des Keschers wie beim Schmetterlingsnetz fest angenäht, während an dem schmalen, offenen unteren der Filtrator mittels Klemmring gehörig befestigt wird. Das filtrierende Netz selbst bildet einen regelmäßigen Kegel von 50 cm Länge, dessen Zuschnitt, da der Sack Falten nicht werfen darf, mathematisch genau berechnet werden muß. Die Nähte sollen mit einer so feinen Nadel gefertigt werden, daß die Stiche keineswegs weiter ausfallen als die Maschen. Auf dem Bügel des konischen Seidennetzes befindet sich in Gestalt eines sich verjüngenden, kurzen Kegels mit oberer, ebenfalls durch einen Messingring offen gehaltener, enger Öffnung der aus Barchent gefertigte „Aufsatz“, dessen Zweck eine Verminderung der einströmenden Wassermenge und dadurch des Filtrationskoëffizienten ist; — dem Walterschen Netze fehlt er. — Damit das Netz den

Druck des Wassers beim Fischen nicht allein auszuhalten hat, und der Messingeimer zum Teil mit gestützt wird, sind Aufsatz, Netz und Filtrator durch drei an kleinen Ösen und Ringen (e) festgelaschte Schnüre (a) miteinander verbunden. Dieselben setzen sich konvergierend über die Öffnung des Aufsatzes fort und enden schließlich in einem stärkeren Messingring, an dessen Oberkante das Schlepptau befestigt wird. — Bei dem Filtrator von Hensen sind das obere und untere Stück eines Messingeimers durch drei längere Stäbe aus demselben Metall verbunden; die fehlende Wand wird durch zwischen ihnen ausgespannte Seidengaze ersetzt. Die untere Partie mit nach der Mitte zu abfallendem Boden trägt eine durch einen Hahn zu öffnende Röhre, während die obere durch Anschrauben an dem das untere Ende des konischen Netzes schließenden Klemmring befestigt wird. Je nachdem, ob es uns darauf ankommt, tunlichst alle, selbst die feinsten, oder nur ganz bestimmte Organismen, wie die gröberen Kruster, zu erbeuten, werden wir uns verschieden feiner Müllergaze bedienen[1]) und in letzerem Falle unbedenklich das von Klunzinger vorgeschlagene Nesseltuch oder den von J. Frenzel empfohlenen Kongreßstoff[2]) in Verbindung mit primitiveren Geräten anwenden. — Da sich die Poren des Netzes wie des

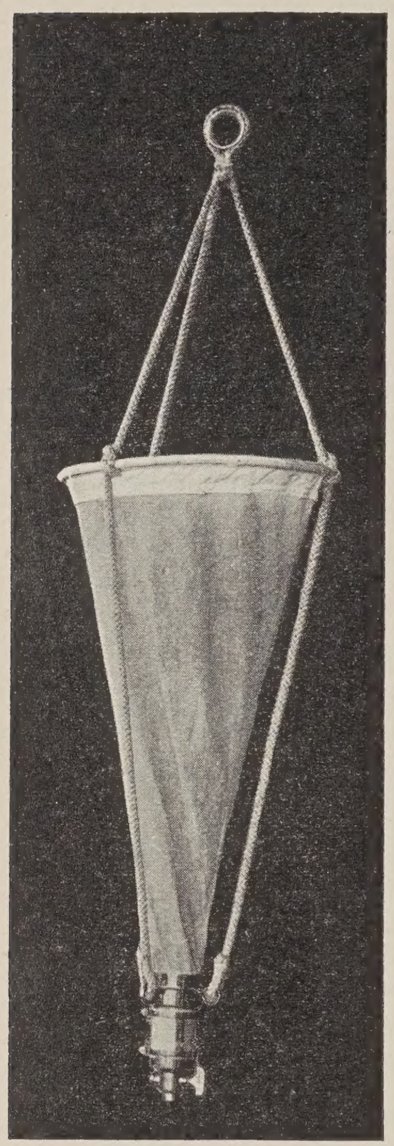


Fig. 158.
Teichplanktonnetz
von Walter.

[1]) = Schweizer Seidenbeuteltuch aus der Fabrik von Dufour & Cie. in Thal (Schweiz), zu haben bei Louis Walcker in Berlin SW., Friedrichstraße 231. — No. 12 kostet per Meter 8,30, No. 16 11,95, No. 20 17,40 Mark nach der Preisliste. Das feine Nesseltuch aus der Fabrik in Salach (Württemberg), bezeichnet als 19/21, kostet p. Meter nur 50 Pf.

[2]) Zu beziehen von N. Israel, Berlin C, Spandauerstraße.

Filtrators sehr leicht und um so rascher verschlämmen, je feiner dieselben sind, tut eine häufige Reinigung mittels heißen Wassers und Seife oder strömenden Dampfes und eine Erneuerung der Gazewände des Untersatzes in kurzen Intervallen not.

Alle Horizontalzüge werden um so weniger quantitativ ausfallen, je größer die Fahrgeschwindigkeit und je geringer die Maschenweite ist. Zum quantitativen Fange von Planktonten eignen sich mithin einzig die Vertikal- bzw. halbschrägen Vertikalzüge. Nun wissen wir aber aus zahlreichen Untersuchungen, daß die Schwebfauna und -flora oft recht dicht nur in ganz bestimmten, relativ schmalen Schichten steht, — wohl in solchen, deren osmotischer Druck dem ihrigen am meisten äquivalent ist (Apstein), — und daß dadurch auch der Aufenthalt der von jener lebenden Saiblinge, Maränen, Felchen, Stinte bedingt wird. Da es aus fischereitechnischen Gründen mithin weit mehr auf eine Ermittelung des Standortes der planktontischen Kruster bzw. ganz bestimmter Spezies als auf eine Kenntnis ihrer Menge ankommt, werden wir die einzelnen Schichten qualitativ in Horizontal- oder auch kurzen Vertikalzügen nach ihnen abzusuchen genötigt sein. Zu diesem Zweck dienen die sogen. „Schließnetze". Dieselben sind jedoch — wie das Hofersche Modell — fertig montiert sehr teuer. Der Praktiker oder der mit knappen Mitteln arbeitende Biologe muß sich mithin auf andere Weise zu helfen suchen. So benutzt L. Cohn für relativ flache Objekte einen an seinem spitz auslaufenden Ende mit einem Messingeimer mit Gummischlauch und Quetschhahn versehenen, an einem ausziehbaren Metallstab mit Meterskala befestigten, langen Kescher aus Seidengaze. Derselbe wird mit durch Umwickeln des Beutels verschlossener Öffnung in die gewünschte Schicht hinabgelassen, aufgedreht, nach Abfischen einer beliebigen Strecke wieder umgeschlagen und heraufgezogen. Frič und Vavrá schließen das in größere Tiefen hinabgelassene Planktonnetz dadurch, daß sie es mit einer Fadenschlinge umgeben, die sie dann von oben vermittels einer Schnur anziehen. — Während des Sinkens nimmt das Netz nur wenige Organismen der oberflächlichen Wasserschichten auf. — Um auch das zu verhüten, schlägt Vosseler vor, den Metallring des Netzes durch Anhängen eines Gewichts (Steines) von ca. 5 kg Schwere beim Sinken senkrecht zu stellen,

wobei sich das Netzzeug über die Öffnung legt und sie verschließt. In der gewollten Tiefe, z. B. 50 m, angekommen, wird nun der Ring durch rasches Rudern horizontal oder schräg gestellt. Nach Beendigung eines solchen Horizontalfangs in der Tiefe zieht man das Netz senkrecht empor, wobei der Ring gleichfalls wieder in eine lotrechte Lage kommt.

Die Vertikalzüge werden in der Weise gemacht, daß man vom Hinterteile des verankerten Bootes das ev. durch ein unten angehängtes Gewicht beschwerte Netz am besten durch einen „Davits" bis auf den Grund hinab läßt und nach einigen Minuten Wartens dasselbe, um einen Rückstau des Wassers möglichst zu vermeiden, langsam senkrecht oder in halbschräger Vertikale wieder herauf holt. Je besser das Instrument filtriert, je gröber also das Maschenwerk, bzw. je ärmer an Plankton die Wassersäule ist, desto rascher darf es herauf geholt werden. Damit nichts vom Fange an den Seiten hängen bleibt, soll man das heraus gezogene Gerät mehrere Male „wippen". Die Filtration beschleunigt man ev. durch Abwaschen des Untersatzes und durch behutsames Streichen an der Außenseite der Gazewände mit Daumen und Zeigefinger. — Zum Messen der Tiefe, in welcher gefischt wurde, dienen, gleichwie beim Lot, in die Leine eingespleißte Marken.

In Teichen, Tümpeln usw. empfiehlt Walter, während sonniger, windstiller Tage das Netz an tunlichst vielen, verschiedenartigen Stellen ohne Vegetation derart vom Ufer oder Kahne aus zu versenken, daß weder der Bügel noch der Untersatz mit dem Schlamm in Berührung kommen, und dann in halbschräger Vertikale an sich heranzuholen. Die Ergebnisse der Einzelfänge werden, nachdem sie vereinigt sind, nochmals durch den abgeschraubten Untersatz filtriert, schließlich durch Zusatz von Formol konserviert. — Ein Innehalten eines genauen Schemas, namentlich in bezug auf die Zahl der Züge, ist gerade hierbei Conditio sine qua non. — Die Berechnung erfolgt entweder unter Vernachlässigung der Tiefe auf den Quadratmeter Oberfläche oder auf den Kubikmeter, wobei der letztere Modus entschieden vorzuziehen ist. Dieselbe geschieht nach Klunzinger in folgender Weise:

„Wer sich ein Planktonnetz erworben hat, kann zunächst nur den Durch- oder Halbmesser des oberen Netzeingangs direkt messen; den Querschnitt oder Flächeninhalt dieses Eingangs, wie er zur

weiteren Rechnung nötig ist, muß er erst mittels der bekannten Formel $^1/_4\ \pi\ d^2$ oder $\pi\ r^2$ feststellen, wobei π die Ludolfsche Kreisumfangszahl = 3,14159, r = Halbmesser, d = Durchmesser des Kreises bzw. Eingangs ist. Hat z. B. der Netzeingang 20 cm im Durchmesser, so ist die Eingangsfläche 10 . 10 . 3,14 = 314 Quadratzentimeter (2 Dezimalstellen der Kreisumfangszahl genügen für unseren Zweck). Hat man nun mit einem solchen Netz von 314 qcm Eingangsfläche z. B. 1 ccm Plankton gefangen, so muß dieser Fang nach obigem weiter auf 1 qm Wasseroberfläche (bzw. jenes Einheitsnetz von 1 qm Eingangsfläche) berechnet werden; er beträgt dann $\frac{100\ .\ 100}{314} = 31{,}8$ ccm. Dies ist für das genannte Netz von 20 cm Eingangsdurchmesser die gesuchte Multiplikationsziffer für den jeweiligen Fang, in Kubikzentimeter bei der Volummessung, in Gramm bei der Gewichtsbestimmung und in Zahlen bei der Zählmethode.

Dann ist auch noch der sogen. Netz- oder „Filtrationskoëffizient“ (= F) mitzurechnen, eine Zahl, welche besagt, wieviel mal mehr Organismen dem Volumen (oder bei der Zählmethode der Zahl, oder endlich auch dem Gewichte nach) in Wirklichkeit sich in einer gewissen Wassersäule befinden, als man beim Fischen mit dem Netz, das einen Teil dieser Organismen wieder herausstrudelt, fing. Man findet diese Zahl eigentlich erst durch umständliche mathematische Berechnung aus den Werten: Netzöffnung, filtrierende Fläche des Netzes und Filtrators, Zuggeschwindigkeit; er beträgt für das Apsteinsche Netz, das 92 qcm Eingang hat: 1,39 (Apstein, S. 39). Das Produkt aus Netzkoëffizient und obiger Multiplikationszahl: 1,39 . 109 = 151,51, oder rund 152 gibt dann erst die richtige Multiplikationszahl, welche danach gleich dem berechneten Fangvolumen ziemlich bedeutend sich erhöht.

Es gibt indessen noch ein anderes, einfacheres Mittel, eine praktische empirische Methode, jenen Filtrationskoëffizenten zu finden, wie sie Hensen („Methodik der Untersuchungen“, 1895, S. 91 ff.) angegeben hat. Verfasser möchte auch hier die kurzen Andeutungen Apsteins, wenn auch nur theoretisch, ergänzen und verständlich machen. Man verengert die Eingangsöffnung des Netzes (dem man also zu diesem Zweck einen zweiten kleinen konischen Aufsatz oben ansetzen muß) auf ca. 2 cm Durchmesser (Größe eines 10-Pfennigstücks; nach Hensen Größe eines 2-Markstückes für sein großes Netz). Dann soll nach dem oben Gesagten alles durch den Eingangsring einströmende Wasser durchfiltrieren, weil die filtrierende Netzfläche im Verhältnis zur Eingangsöffnung groß genug ist. Damit macht man nun einen Fang b (oder besser mehrere Fänge, aus denen man das Mittel nimmt) und dann einen Fang a mit dem gewöhnlichen Netz, das einen weiteren Eingang hat. Diese beiden Fänge berechnet man wieder, um sie vergleichen zu können, mittels der obigen Multiplikationszahl (z. B. 109 beim Apsteinschen Netz) auf das Einheitsnetz von 1 qm Eingangsfläche. Das alles filtrierende (ideale)

Netz ergibt die wahre (ideale) Menge B aller in einer Wassersäule von 1 qm Querschnitt befindlichen Organismen, das gewöhnliche Netz die scheinbare Menge A, welche wegen des Fangverlustes immer etwas kleiner ist, beide in Kubikzentimetern. Auf jeden Kubikzentimeter Fang mit dem gewöhnlichen Netz kommen daher $\frac{B}{A}$ ccm Fang mit dem Idealnetz. Der Filtrationskoëffizient entpricht also dem Fang mit dem idealen, alles filtrierenden Netz, dividiert durch den Fang mit dem gewöhnlichen Netz, beide auf 1 qm Eingangsfäche berechnet.

Beispiel: 1. Der Fang mit dem Netze von 2 cm (β) Eingangsdurchmesser sei: 0,5 ccm = b.

2. Der Fang mit dem Netz von 10 cm (α) Eingangsdurchmesser sei: 12 ccm = a.

Auf den Querschnitt von 1 qm berechnet, ergibt sich der Fang

$$\text{für 1. } \frac{10000 \,.\, b}{{}^1\!/_4\, \pi\, \beta^2} = \frac{10000 \,.\, 0{,}5}{3{,}14 \,.\, 1} = 1592 \text{ ccm} = B.$$

$$\text{für 2. } \frac{10000 \,.\, a}{{}^1\!/_4\, \pi\, \alpha^2} = \frac{10000 \,.\, 12}{3{,}14 \,.\, 25} = 1528 \text{ ccm} = A.$$

Somit der Filtrationskoëffizient $F = \frac{B}{A} = 1{,}041.$

Will man bei dem Obigen noch das erhaltene Fangvolumen auf eine Wassersäule von 1 cbm berechnen, mit Berücksichtigung der Tiefe, in der man gefischt hat, so hat man den auf 1 qm berechneten Fang durch die Zahl der Meter, welche die Tiefe angibt, zu dividieren, z. B. $\frac{40}{8}$ bei einem Zug aus 8 m. Bei mehreren Zügen aus verschiedenen Tiefen kann man auch einen mittleren Planktongehalt finden durch Addieren der erhaltenen Zahlen und Division der Summe durch die Summe der Tiefen; z. B. erhielt man bei einem Fang aus 20 m Tiefe 40 ccm Plankton (auf 1 qm Querschnitt berechnet), bei einem anderen Fang aus 8 m Tiefe 59 ccm (oberflächlichere Züge ergeben mehr); so ergibt je 1 cbm: $\frac{40 + 59}{20 + 8} = 3{,}5$ ccm (Zacharias, Plön. Ber., IV, S. 85). So wird man bei kleineren und seichten Seen, wie Fischteichen zu rechnen haben, wenn man nicht vorzieht, auch hier ohne Rücksicht auf die Summe des erhaltenen Volums durch die Zahl der Fänge zu dividieren.“

Aus den voraufstehenden Ausführungen ersehen wir, daß allen diesen sinnreich erdachten Methoden immer noch mehr oder minder beträchtliche Mängel anhaften, welche J. Frenzel — wie vorher schon die Amerikaner[1]) — durch Anwendung der Planktonpumpe umgehen zu können glaubte. Zweifelsohne steht so viel fest, daß

---

[1]) Peck u. Harrington, Biol. Zentralbl., XVIII, No. 14, S. 516, Kofoid, Bull. of Illin. State Labor., Nat. Hist., V, Art. 1.

dieses Instument, weil es saugt, aus jeder beliebigen Schicht alle Organismen, selbst die kleineren Fische, herauf holt, und daß man die durch jenes geförderten Wassermengen fernerhin sehr bequem quantitativ zu eruieren vermag; trotzdem liegen die Schattenseiten auch bei ihm in der Filtration, speziell darin, daß hinreichend feine Gaze sich um so rascher verstopft, je größere Mengen kleiner Organismen in der betreffenden Wassersäule vorhanden sind. Zu diesem Behuf empfiehlt man vielfach eine Anzahl genau ineinander passender Messing- oder Guttaperchaeimer, deren Boden mittels Klemmringen angezogene Siebe aus verschieden weiter Gaze bilden. Dieselben werden, vor den Ausguß des Instrumentes gehängt, in mäßigem Strahle beschickt. Weit zweckmäßiger sind den „Armeefiltern" ähnliche Einrichtungen, wie sie P. Altmann-Berlin in bester Ausführung zu angemessenen Preisen liefert. —

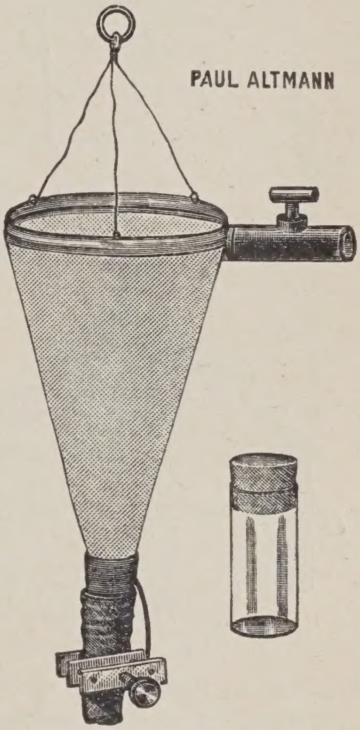


Fig. 159.
Vereinfachtes Netz zum Fange von Wasserorganismen.
Nach Marsson und Walter.

Eine derartige Pumpe ermöglicht es übrigens auch, Proben der Lebewesen des Ufers und Grundes uns zu verschaffen. Nur bei muddigem Schlamm versagt sie nach den Beobachtungen von Giesecke und Cronheim vollkommen.

Zum Fange der Organismen **des Benthos** eignen sich außer der Pumpe die Dredge, der Handbagger, die Schlammschöpfer von Ule, Asper und Heuscher und Walter, endlich nach Hofer für seichtere Gewässer eingetriebene Metallzylinder. — Von den auf diese Weise zugleich mit dem Schlamme herauf geholten bodenständigen Individuen erhält man die größeren (Mollusken, Würmer, Insektenlarven) quantitativ durch Aussieben mit dem bereits beim Boden (S. 397/398) erwähnten Satze von Knop, die kleineren, wie Alona, Iliocryptus, Macrothrix, Ostrakoden, insbesondere Diatomeen, durch Abschlämmen (siehe S. 411) und Filtration mittels verschieden weiter Seidengaze (Frič u. Vavrá, Klunzinger u. a.).

Häufig liegt der Untergrund unserer Rinnsale und Becken voll großer Steine, Baumstämme und Äste (Zacken), deren Heraufholen

auf Schwierigkeiten stößt (Reuter, Walter), die aber andererseits vielfach von Organismen bedeckt sind (C. Lampert, Seligo). — Zum Fange der letzteren bedienen wir uns in diesem Falle des Pfahlkratzers von Schiemenz.

Den „Aufwuchs", d. h. jene tierischen und pflanzlichen Formen, welche sich oft massenhaft an den Stengeln und Blättern von Wasserpflanzen, Baumwurzeln, faulenden Zacken, Pfählen und Pfeilern, Bohlenverschlägen usw. vorfinden, verschaffen wir uns teils durch den eben genannten Pfahlkratzer, teils durch behutsames Sammeln der Pflanzen usw. und durch scharfes Abwaschen derselben mittels Formalinlösung.

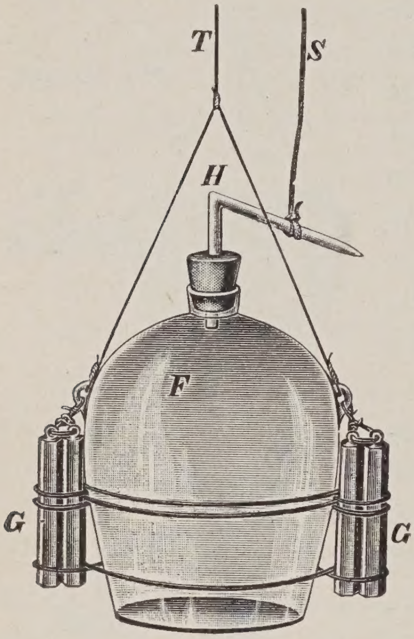


Fig. 160.
Flasche zur Entnahme von Wasserproben in tieferen Schichten.
F evakuierbare Glasflasche, G Gewichte, H abgeschmolzenes Glasrohr, S Schnur zum Lüften des Gummistopfens, T Drahttau.

Zum Fange der **litoralen** Organismen endlich dient das von Marsson und Walter angegebene, in Figur 159 dargestellte Netz. Mit ihm keschern wir, das Ufer entlang fahrend, verschiedene freie, wie auch mit submersen und Luftpflanzen bestandene Plätze dieser Partien — und zwar der weißen und schwarzen Schar für sich — die Kreuz und Quer ab, doch so, daß wir den Schlamm weder mit dem Bügel packen, noch allzusehr mit dem Sack aufrühren.

Da, wie wir wissen, selbst durch die feinste Seidengaze immer noch eine Anzahl Organismen hindurchgehen, wir aus den in Kapitel I erörterten Gründen weiterhin aber auch auf die bakteriologische Untersuchung der verschiedenen Schichten Gewicht zu legen genötigt sind, werden wir uns neben den Organismen- noch Wasserproben verschaffen müssen. Hierzu dient, außer der von J. J. Peck und N. R. Harrington angegebenen Flasche (Fig. 160), speziell für bakteriologische Zwecke der in Fig. 161 dargestellte Apparat von Sclavo-Czaplewski. Es besteht dieses Instrument aus einem Metallröhrchen mit Senklot und einer Klammer zum Festhalten des Wasserproberöhrchens (Fig. 162). Sobald das Instrument die

gewünschte Tiefe erreicht hat, läßt man das Gewicht a hinunterfallen. Dasselbe zertrümmert die Schleife des evakuierten Glasröhrchens b, welches sich sofort mit dem Wasser füllt. — Für den bequemeren Transport einer größeren Anzahl derartiger Röhrchen hat P. Altmann das in Figur 163 dargestellte einfache Stativ konstruiert.

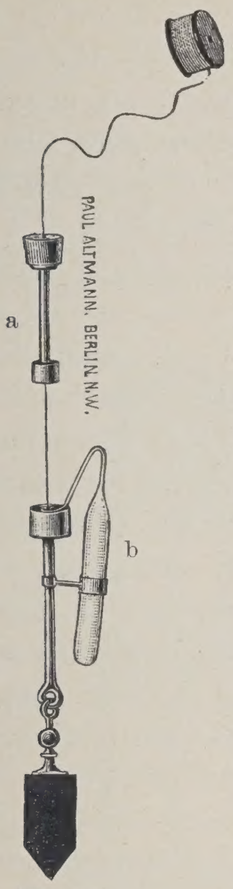


Fig. 161.
Wasserprobeentnahme-Apparat.
Nach
Sclavo-Czaplewski.

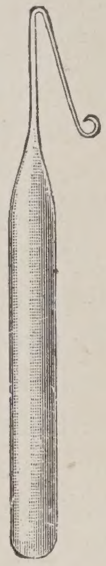


Fig. 162.
Wasserproberöhrchen.

Die, wie oben geschildert, gewonnenen Organismen konservieren wir, nachdem wir sie durch Abschlämmen und -spritzen gründlich von anhaftendem Schmutze gereinigt haben, durch Zusatz von 2 bis 4 $^0/_0$ Formalin. Hierauf schütten wir sie in eine Mensur und lassen absitzen. Dabei wird sich insofern schon eine Trennung vollziehen, als die leichteren pflanzlichen Produkte, wie die Wasserblütenalgen u. a. m., an der Oberfläche bleiben, während die schwereren zu Boden sinken. Die feste Lagerung der letzteren befördern wir durch leichtes Klopfen, Anstoßen usw. und lesen nach etwa einer halben Stunde das „Rohvolumen“ in Kubikzentimetern ab. — (Die Bezeichnung „Rohvolumen“ trifft insofern das Richtige, als es hierbei gar keine exakten Maße gibt. Kleine, runde Objekte pflegen sich dicht, große, sperrige locker zu lagern, trotzdem gelten die treffenden Ausführungen von Brandt und Cronheim [S. 450—451, Fußnote] hier im ganzen Umfange).

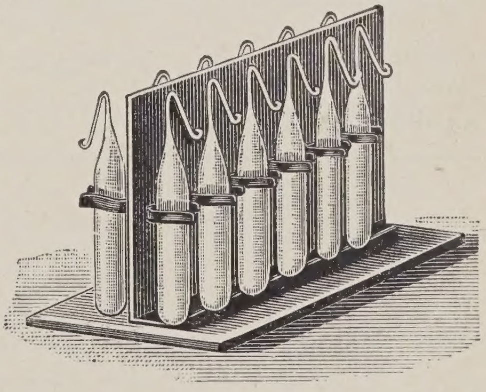


Fig. 163.
Metallstativ für 12 Wasserentnahmeröhrchen.

Als Hand- und Hilfsbücher für die Bestimmung der Beute sind außer den meist leider nicht eben

wohlfeilen größeren Spezialwerken: Eyferth, „Naturgeschichte der Süßwasserbewohner“, Blochmann und Kirchner, „Die mikroskopische Pflanzen- und Tierwelt des Süßwassers“, ferner Zacharias, „Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers“, und K. Lampert, „Das Leben der Binnengewässer“ zu nennen. — Zahlreiche Abbildungen der in norddeutschen Seen häufigen Planktonten bringen auch Apstein in seinem oft zitierten Buche, der in Teichen beobachteten Tiere aller Regionen Frič u. Vavrá, „Die Tierwelt des Unterpočernitzer u. Gatterschlager Teiches“, Prag 1894, u. a. m.

Um die in der Mensur sedimentierten Organismen der Art und Zahl nach zu eruieren, wendet man meist das Zählverfahren an. Dasselbe besteht darin, daß man von dem gut gemischten Inhalte der Mensur mittels besonderer Geräte, wie der Hensenschen Stempel- oder auch einer gewöhnlichen Pipette mit genügend weiter Öffnung, aliquote Mengen heraus nimmt, diese nach starker Verdünnung wieder recht gründlich mischt, endlich Quanten von je $^1/_2$ ccm auf die Zählplatte bringt. Die Zählungen werden wiederholt, stimmen sie leidlich überein, so wird aus den drei resp. vier Zahlen für jeden Organismus das Mittel gezogen, daraus die Gesamtmenge desselben im Fange berechnet und dann durch eventuelle Multiplikation dieser so gewonnenen Ziffer mit dem Filtrationskoëffizienten des Netzes die Menge der Organismen einer Art im Kubik- oder Quadratmeter festgestellt.

Die Resultate der Zählungen werden in besondere Tabellen eingetragen, deren Schema nach L. Cohn nebst einigen Erläuterungen hier wiedergegeben werden soll:

Zähl-quantum der Platte	Ver-dünnung	No.	Wahres Maß	Im Fang	Arten	I	II	III	IV	Unter 1 qm

Die erste Reihe gibt das mit der Pipette auf die Zählplatte gebrachte Quantum an, während die Ziffer über dem Strich anzeigt, auf wieviel der gesamte Fang verdünnt wurde. Reihe 2, Verdünnung, sagt, ob die ursprüngliche Verdünnung zum Zählen noch erhöht wurde, was manchmal bei Kontrollzählungen sehr zahlreicher Individuen einer Art geschehen muß. No. bezeichnet die einzelnen Zählplatten von 1 bis 4, Wahres Maß den Teil des Gesamtfanges, der auf der betreffenden Zählplatte ausgewertet wird. Die zweite Hälfte der Tabelle bedarf keiner Erläuterung. Für jeden der gezählten Organismen werden alle Rubriken ausgefüllt, nur wenn man wegen guter Übereinstimmung der ersten drei Zählungen auf die vierte verzichtet, bleibt die Rubrik IV leer. Falls sich von

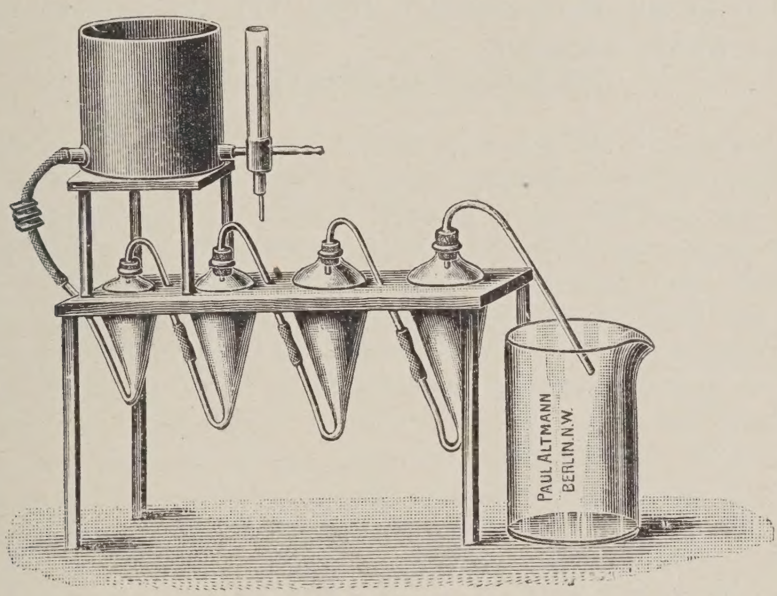


Fig. 164.
Schlämmapparat. Nach Noebel.

einer Art bloß vereinzelte Exemplare vorfinden, so läßt man meist die Berechnung der auf einen Quadratmeter Oberfläche kommenden Individuenzahl bleiben, da sie doch ein recht unzuverlässiges Ergebnis zu zeitigen pflegt.

Als Überschrift der Tabelle werden außerdem notiert: der See, aus dem der Fang stammt, sowie die Tiefe, in welcher der Netzzug erfolgte (bei Horizontalfängen dafür die Angabe, ob an der Oberfläche oder in 1 m Tiefe). Dann folgen Datum des Fanges und laufende Nummer des Glases, zuletzt, wie schon oben erwähnt, die primäre Verdünnung, in welcher die Zählung erfolgte.

Nun wissen oder können wir vielmehr aus einer ganzen Reihe von Tatsachen schließen, daß die verschiedenen Organismen eines Gewässers im spezifischen Gewicht nicht unerheblich voneinander abweichen. Dieser Umstand kommt uns natürlich überall dort

zugute, wo wir jene zwecks Eruierung ihres Nähr- und Mineralstoffgehaltes scharf voneinander trennen müssen. Wir bringen zu diesem Behuf die gesamte Ausbeute quantitativ in einen Schlämmzylinder oder besser noch den Schoene- bzw. Noebelschen Apparat (Fig. 164) und schlämmen unter Anwendung sehr schwacher Ströme von verschieden starken Chlornatriumlösungen die diversen Organismen aus. — Wertvolle Dienste wird uns bei dieser Sichtung auch die Zentrifuge (Fig. 130) leisten.

Das so gewonnene Material wird ev. bis zum Verschwinden der Chlorreaktion ausgewaschen, abtropfen gelassen, abgetupft, schließlich in ein Wägegläschen (Fig. 77) übergeführt und nach Seite 487 weiter behandelt.

V. Kapitel.

Bakterien und Fermente.

I. Vorbemerkungen.

Für den gewaltigen Einfluß, welchen sowohl die Bakterien (Sproß-, Hefe-, Schimmelpilze usw.) als auch die stattliche Zahl der „Fermente“ und „Hilfsfermente“ (im Sinne Webers) im Stoffwechsel des Individuums wie im Stoffkreislauf des Gewässers auszuüben pflegen, habe ich in den voraufstehenden Kapiteln, insbesondere dem ersten derselben, bereits so zahlreiche Belege beigebracht, daß sich längere Erörterungen erübrigen. Trotzdem glaube ich im folgenden noch auf einen bisher grob vernachlässigten Punkt eingehen zu sollen, weil dieser uns einmal das Schalten und Walten, die Macht jener allerkleinsten Faktoren recht drastisch, ziffernmäßig illustriert und weiterhin zeigt, wie schwer die Vernachlässigung derselben abseiten der Hydrobiologie, das „Übersehen“ der von anderen verwandten Disziplinen — wie der landwirtschaftlichen und maritimen Bakteriologie — längst aufgedeckten und aufgehellten Tatsachen sich vielerorts bereits gerächt hat, an anderen Stellen sich zu rächen beginnt.

Seit 1880 C. Nicklas und später (1895) R. Linke zeigten, daß, je größer der Besatz in leer gefressenen, geringen, schlecht ventilierten Teichen, desto weniger die Fütterung rentiert, zieht sich diese Klage gleich einem roten Faden durch die wenigen einigermaßen übersichtlichen Versuche, kann man sogar, wenn man die Mühe eines eingehenden Vergleiches der bei allen solchen Experimenten ausschlaggebenden Momente nicht scheut, feste Beziehungen zwischen:

α) der über die Produktionskraft des Wassers hinausgehenden Besatzmenge,

β) der relativen bakteriellen Tätigkeit (Fäulniskraft) von Schlamm und Wasser (einschließlich der durch die Einschwemmungen bedingten Verhältnisse),

γ) der Futtermenge und -art (eiweiß-, kohlehydratreich),

δ) dem Zuwachs bzw. Fütterungskoëffizienten

feststellen. — Unterschiede von 8—9 : 4—5 kg Lupinen = 1 kg Fisch-„Fleisch“ sind bei einem Besatz derselben Provenienz in benachbarten Weiherkomplexen, besonders dort nichts Außergewöhnliches, wo bakteriell träge mit recht tätigen Objekten abwechseln, daher denn auch Lincke den „bonitär schlechteren“ (sandigen) die Palme zuerkennt.

Pendants zu dieser Erscheinung lieferten die Versuche von Semper und de Varigny an Schnecken. Zu einer befriedigenden Erklärung derselben vermochten sie allerdings um so weniger herangezogen zu werden, als die genannten Gelehrten bezüglich der Ursachen des geringen Wachstums der Limnaeen sich selbst nicht einigen konnten. Das Dunkel hätten indes die Forschungen und Hypothesen von Nehring, Rütimeyer u. a. über die Entstehung der Torf-, Wendenkuh, überhaupt diverser stark degenerierter Hausviehrassen,[1]) für den agronomisch vorgebildeten Biologen sicher lüften müssen, nachdem die von Arens, Jaffé u. a. für Forellen bestätigten weiteren Beobachtungen von Nicklas über den günstigen Einfluß eines starken Durchstromes auf das Wachstum der gefütterten Karpfen das nämliche besagten. — Gewiß übt der Raum an sich — das können wir besonders am eingegatterten und eingebuchteten Wilde, den in Tiergärten und Menagerien gehaltenen Wildlingen verfolgen — einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf das „Wachstum“, d. h. das durch den Stoffwechsel bedingte Wohlbefinden des Individuums, aus (Mensch, sitzende Beschäftigung, niedrige Wohnungen und Arbeitsstätten; Mast der Tiere, besonders des Geflügels [Fettlebern] in engen, dunklen, Räumen). Parallel mit jenem geht indessen ein anderes, durch die Worte „genügende Ventilation“ hinreichend charakterisiertes Moment, für dessen Macht die Viehzüchter und Tiergärtner kaum minder schlagende Beweise beibringen können, als die Hygieniker (Tuberkulose).

Sehr bald konstatierten P. Sobtzick und H. v. Debschitz einen durchschlagenden Erfolg der Kombination von Düngung und Fütterung. Ihre Angaben wurden später von Walter u. a., besonders aber durch die Hellendorfer Versuche bestätigt und von Vogel verständigerweise ebenso zum System erhoben, wie das Jaffé vorher bezüglich der durch eine bestimmte Gemeinschaft von Tieren und Pflanzen (Gammarus, Limnaeen, Chironomuslarven, Würmern, Diatomeen, Kresse usw.) bewirkten Umsetzung des Kotes und der Reste in Salmonidenfutterteichen getan hatte. Diese Versuche zeigten alle in schöner Übereinstimmung, daß bei gleichzeitiger Düngung, insbesondere mit dem von Walter empfohlenen, gut verrotteten Mist, bzw. bei womöglich täglich frischer Zufuhr von bakteriell tätiger (Komplement-)Erde (Chinesen, v. Gostkowski, Morcinek u. a.) ein mehr denn vierfacher Besatz in demselben Objekte regulär abwächst, d. h. das aufgenommene Futter richtig in Fleisch, Fett und gesundes, kräftiges Blut umsetzt,

---

[1]) Vergl. L. Heck in „Das Tierreich“, Hausschatz des Wissens, Neudamm, II, 1002 u. 1004.

in dem früher der bloß doppelte drockte, vor lauter Fett den Fleischansatz vergaß, und die Epidemien nicht abreißen wollten. — Als Optimum ist der nach allen Richtungen hin bakteriell gleichmäßig tätige, normale Dorfteich zu betrachten.

Licht in diese Verhältnisse hätten vollends unsere Respirationsversuche und die an dieselben sich anschließenden Untersuchungen über den Sauerstoffgehalt unserer Gewässer bringen müssen. Leider zogen wir aus ihnen damals nicht die naheliegenden, wichtigen und grundlegenden Schlüsse, obwohl wir ante portas teilweise wenigstens recht treffend zu schlußfolgern verstanden. Wie in Kapitel I und II gezeigt wurde, ist ebenso wie die Produktion der Verdauungssäfte (s. S. 521 ff.) auch die Tätigkeit der uns hier interessierenden Bakterien usw. in hohem Maße ein Ausfluß der Temperatur ihrer Umgebung. Bei 0⁰ sind die Lebensäußerungen der überwiegenden Mehrzahl entweder völlig lahm gelegt oder zum mindesten hochgradig reduziert, bei 5⁰ C können wir ihren Energieumsatz zwar bereits messen, trotzdem ist er noch merklich verzögert, von 10 bis 12 bis 15⁰ C steigt die Kurve dagegen steiler an, um in der zweiten Hälfte der zwanziger Grade, also bei dem in unseren Breiten üblichen Wassertemperatur-Maximum, ihr Optimum zu erreichen.

Daß, gleichwie im Darmkanal der Warmblüter, auch im -traktus der Fische eine üppige Bakterienflora wuchert, dürfte bekannt sein; speziell bei den letzteren bedingen indessen der Besitz bzw. das Fehlen des Magens und die Lage und Stärke der Absonderung der antiseptisch wirkenden Galle einschneidende Unterschiede. Bei der erstgenannten Gruppe wird nämlich das Gros der in Rede stehenden Organismen durch den sauren Magensaft in Verbindung mit der dicht hinter dem Pförtner einmündenden Gallenflüssigkeit abgetötet bzw. brach gelegt. Die Wucherung der Spaltpilze bleibt mithin auf die hintersten Darmpartien beschränkt, wo teils durch sie allein (Pektinstoffe, Zellulose bei Herbivoren), teils unter Mitwirkung des Trypsins der weitere Abbau der Eiweißstoffe zu Indol, Skatol und anderen übelriechenden Produkten, nicht zuletzt den ptomaïnähnlichen Leucomaïnen u. a. m., statthat (J. Reynolds Green). — Im Gegensatz hierzu bietet der in seinem ganzen Verlauf kräftig alkalisch reagierende Darmtraktus der Weißfische und Schmerlen den Spaltpilzen um so günstigere Wucherbedingungen, als auch die Galle derselben weit weniger antibakteriell zu wirken scheint, als diejenige der mit einem Magen versehenen Arten. Die Funktionen des letzteren dürften bei den Cypriniden überhaupt, wenigstens teilweise, bestimmte Bakterien in Verbindung mit gewissen Hilfsfermenten (im Sinne Webers) verrichten. Gleichwie nämlich nach Pawlow[1]) die Pepsin- und Trypsinabsonderung sich mit frappanter Regelmäßigkeit den Erfordernissen anzupassen pflegen, tun dies nach meinen Untersuchungen die Bakterien-

[1]) „Arbeit d. Verdauungsdrüsen“, dtsch. v. Walther, Wiesbaden 1898, S. 47 ff., Oppenheimer a. a. O., S. 84.

flora und -wucherung ebenfalls, wobei allerdings, je nach dem Untergrunde bzw. den biologischen Verhältnissen und ganz besonders der Zusammensetzung der Kost, bald die Gärer, bald die wertvollen Umsetzungsmikroben die Oberhand gewinnen. Eine stark eiweißreiche Nahrung zaubert ceteris paribus ganz andere Formen auf die Kulturplatte als eine Mais- oder Reismehlfütterung.

Anpassung der Absonderung des pankreatischen Sekretes an die Nahrung nach Pawlow.

Nahrung	Menge d. Saftes	Eiweiß-ferment		Diastase		Lipase	
	ccm	Konz. d. Saftes	Ferm.-Einheit	Konz. d. Saftes	Ferm.-Einheit	Konz. d. Saftes	Ferm.-Einheit
600 ccm Milch .	48	22,6	1085	9,0	432	90,3	4334
50 g Brot . . .	151	13,1	1978	10,6	1601	5,3	800
160 g Fleisch . .	144	10,6	1502	4,5	648	25,0	3600

„Ebenso richtet sich beim Magensaft die Pepsinmenge fast mathematisch genau nach der Menge und Art des zugeführten Eiweißstickstoffes. Wenn Broteiweiß 1600 Pepsin (berechnet nach der Schützschen Regel) verlangt, braucht Fleischeiweiß nur 430 und Milcheiweiß bloß 340.“ (Oppenheimer.)

In unseren Respirationsversuchen beobachteten wir nun, vornehmlich bei höheren Temperaturen (+ 20 bis 25° C) und bei stark gefütterten Tieren, einen derartig rapiden Sauerstoffverbrauch und eine so beträchtliche (jenen bei weitem übersteigende) Kohlensäureproduktion, daß der Bedarf der Fische dagegen ganz zurücktrat und die beständige starke Durchlüftung mit dem aus Bomben automatisch nachfließenden komprimierten Sauerstoff bloß minimale O werte, also Verhältnisse schaffte, wie sie Marsson und Schiemenz später in höchster Potenz an den Mischstellen von Effluvien mit reinem Wasser beobachteten.[1]) — Daß diese Gärer unter bestimmten Verhältnissen, besonders wenn der nötige Sauerstoff fehlt, neben diversen, durchaus nicht indifferenten Stoffen direkte Toxine produzieren können — dazu zählen im vorliegenden Falle außer Schwefelwasserstoff, Methan u. a. Ammoniak und Kohlensäure natürlich ebenfalls —, ergibt sich aus den in Kapitel I erörterten Momenten in Verbindung mit den Untersuchungen von Panum, Nencki, Brieger u. a. ohne weiteres.[2])

---

[1]) Bekanntlich besitzen verschiedene Mikroben, beispielsweise die Sulfate reduzierenden Bakterien, diverse Gärer und Hefepilze, die Fähigkeit, den freien Sauerstoff vollständig aus ihrer Umgebung zu entfernen, während chemische Agentien dazu nicht imstande sind (Schikora, Lindner, „Mikrosk. Betriebsk.“, S. 8).

[2]) Oppenheimer, „Die Bakteriengifte“ in Kolle-Wassermann, „Handb. d. pathog. Organism.“, Jena 1902/03, I. u. II., „Toxine u. Antitoxine“, ebenda 1904, u. a. m.

Bringen wir in ein solches Futteraquarium sehr empfindliche Krustazeen, wie etwa den Gammarus oder gewisse Daphniden, ja, selbst aus frischem, gesundem Wasser bezogene Karpfen, so verenden dieselben in allerkürzester Zeit unter typischen Vergiftungserscheinungen, teilweise, weil ihnen die nötigen Antikörper fehlen, teilweise auch, weil ihr Blut auf eine reichliche Sauerstoffzufuhr eingestellt ist.

In jüngster Zeit ist aus dem Hoferschen Institut eine bedeutungsvolle Arbeit von C. W. Hoffmeyer-Kopenhagen über normales und anormales Fischblut herausgekommen, welche das von den Warmblütern Bekannte für die Wechselwarmen nur bestätigt und weiterhin zeigt, um wieviel schlechter beispielsweise das Blut der degenerierten Saiblinge des Königssees ist, als dasjenige der in demselben Becken befindlichen normalen Individuen.[1]) Würde Hoffmeyer diese wichtigen Untersuchungen weiter ausgedehnt, Parallelen zwischen Wildfangsaiblingen und der var. profundus gezogen oder besser noch die hier in Rede stehenden extremen Verhältnisse bei Karpfen ventiliert haben, so hätte er meine, Seite 126/127 wiedergegebenen Befunde bloß bestätigen können. — Alle diese vorstehend kurz geschilderten Momente bedingen erstens eine schlechtere Verwertung des Futters, zweitens, analog den Wahrnehmungen von Zuntz und Lewinstein am Warmblüter, eine fettige Degeneration des Muskelgewebes und drittens eine Herabsetzung der „fermentativen Kraft“ des Blutes Krankheitserregern gegenüber.

Ähnliches ist von Pflanzen ebenfalls bekannt. So berichtet, um nur ein recht eklatantes Beispiel dafür anzuführen, A. Maurizio, Ztschr. f. Fisch., VII, No. 2, S. 13: „In der sauerstofffreien Atmosphäre hört die Vermehrung der Saprolegnien vollständig auf. Eine fettige Degeneration des Plasmainhaltes der Zellen mit sehr reicher Ausscheidung von Fetttropfen, so daß ganze Hyphenstücke manchmal von ihnen erfüllt waren, ist eingetreten. Viele Sporangien waren auch bis auf geringe, an den Wänden sich entlang ziehende, körnige Überreste fast leer von Plasma.“ — „In ähnlicher Weise, wie für die Hefezelle, können wir auch für die bei Sauerstoffabschluß in den Organen der höheren Pflanzen und Tiere eintretende Alkoholbildung eine dynamische Erklärung suchen. Die Produktion von exothermale Prozesse auslösenden Fermenten scheint ein überall zu findendes Hilfsmittel zu sein, um die nötige Lebensenergie selbst bei Sauerstoffabschluß, wenn auch nur eine Zeitlang, zu erhalten. Vielleicht ist die Milchsäurebildung in tierischen Organen, wie sie bei starkem Sauerstoffverbrauch, z. B. im arbeitenden Muskel und bei der Phosphorvergiftung, auftritt, in ähnlicher Weise auszulegen.“ (Oppenheimer a. a. O., S. 345.)

Die geniale Seitenkettentheorie von Ehrlich[2]) und die im

---

[1]) Allg. Fisch.-Ztg., XXXII, 3, S. 50 ff.

[2]) Klin. Jahrb., VI, Nothnagels „Handbuch“, Wien 1901, Aschoff, „Ehrlichs Seitenkettentheorie“, S.-A. a. Ztschr. f. allg. Physiol., II,

Grunde doch auf dasselbe hinauslaufenden Hypothesen von Buchner[1]) u. a. zu besprechen, würde weit über den Rahmen des Buches hinausgehen. Interessenten muß ich daher entweder auf die Originalarbeiten oder das schon oft zitierte, anregend geschriebene Buch von Oppenheimer[2]) verweisen. Hier sei einzig so viel bemerkt, daß uns unsere zwar dick angeschwollene, an biologischen Momenten indessen auffallend arme fischpathologische Literatur die allerschönsten Belege für die Stichhaltigkeit jener Theorien zu geben vermag. Nicht umsonst sind die Mastzentren die Brutstätten der Epidemien. — Etwas macht dabei sicher die Gewöhnung, so viel steht aber ferner fest, daß manche Arten und Rassen widerstandsfähiger sind als andere,[3]) und daß diese Widerstandsfähigkeit durch die jetzt übliche Art der Hochzucht herabgesetzt wird.

Je mehr den unteren Schichten der Sauerstoff fehlt, die Alkalien in Wasser und Schlamm durch die gebildete Kohlensäure neutralisiert werden und bei deren Zunahme an die Stelle der bisherigen alkalischen bzw. neutralen eine saure Reaktion tritt, desto mehr verschwinden die Spalt- und Sproßpilze zugunsten der Schimmelpilze[4]) und der zum Teil recht artenreichen Gruppen der säurebildenden Bakterien,[5]) desto mehr fehlen infolge davon die für die Cypriniden wichtigen Hilfsfermente, während die von jenen gelieferten Stoffwechselprodukte, wie vor allem freie Fett-, Milch-, Butter-, Zitronen-, Oxalsäure usw., die Wirkungen der meist tryptischen Enzyme obendrein hochgradig

---

Braunschweig 1902, Wassermann, „Hämolysine, Cytolysine und Praecipitine", Volkmanns klin. Vortr., No. 331, Leipzig 1902.

[1]) Münch. med. Wochenschr. 1900, 227.

[2]) „Die Fermente u. ihre Wirkungen", 2. Aufl., S. 165 ff.

[3]) C. Fraenkel, „Grundriß d. Bakterienkunde", 3. Aufl., Berlin 1890, S. 170, 190 ff.

[4]) In Japan und China werden bekanntlich die Rückstände der Koji- bzw. Shoynfabrikation an die Fische verfüttert (Matsubara). In beiden Fällen wird das Rohmaterial, wie weiterhin bei der Bereitung der Soja und des Taot-jiung auf Java, mit Hilfe von Aspergillusarten, Hefen usw. nicht bloß vergärt, sondern auch peptonisiert (Kellner, Jörgensen a. a. O., S. 118—120, vgl. a. Biertreber, Brennereiabfälle). Das Verfahren sollte hierzulande bei der Lupine und anderem schwer verdaulichen Material versuchsweise mit von Král-Prag bezogenen Reinkulturen nachgeahmt werden. Dabei ist allerdings zu beachten, daß einzelne Aspergillusarten (fumigatus usw.) für die Warmblüter, einschließlich der Menschen, pathogen sind. (Lindner a. a. O., S. 339.)

[5]) Vergl. bes. Emmerling, „D. Zersetz. stickstofffreier Subst. d. Bakt.", Braunschweig 1903, P. Lindner a. a. O., S. 449 ff., R. Green, „Die Enzyme", S. 343 ff., Oppenheimer a. a. O., S. 295 ff., 371 ff. — Während die Bakterien der Milch- und Essigsäuregärung aërob sind, sind die der Buttersäuregärung anaërob.

schädigen und dadurch den pathogenen Organismen geeignete Angriffsflächen schaffen (Hofer). Es bestehen ganz bestimmte Relationen zwischen dieser Schwächung der Fermente und der Säuremenge, deren genaue Erforschung sich die Zuntzsche Schule angelegen sein lassen sollte. Zwar schafft in solchen Fällen der Organismus anfangs und vorübergehend durch reichliche Produktion von Galle Rat, aus naheliegenden Gründen versagt dieses Hilfsmittel indessen auf die Dauer.

Gegen die aus unseren Respirationsversuchen gezogenen Schlüsse erhob Hoffbauer auf Grund des Faktums, daß die in Aquarien gehaltenen Cypriniden trotz der besten, „rationellsten" Fütterung und der ihnen nach Möglichkeit gebotenen naturähnlichen Verhältnisse nicht wachsen, sehr berechtigte Einwände. Leider komplizierte er seine Beweisführung jedoch durch Heranziehung der Beobachtungen von Nüßlin und Klunzinger über den Zwergwuchs bei Salmoniden und jener eingangs erwähnten Wahrnehmungen von Linke über den geringen Abwachs dicht besetzter Teichkarpfen in seine Deduktionen über die Wirkungen der Fläche, des Volumens. — Gewiß äußert letzteres nach dieser Richtung hin einen nicht zu verkennenden Einfluß, weit wichtiger sind jedoch die vorhin auseinander gesetzten bakteriellen Momente. Das will ich an einigen Beispielen erörtern, wobei ich von einer Berücksichtigung der gerade hierbei sehr lehrreichen chinesischen Verhältnisse absichtlich Abstand nehme:

Nach Hofer liefert der besonders gute Dorfteich 15 Zentner, ja, noch mehr Fischfleisch pro Hektar. Zur Produktion von diesen 750 kg Fischfleisch sind, wie wir von den Warmblütern, aber auch unseren Stoffwechselversuchen her wissen, weit größere, voluminösere Futtermengen in Form von Ufer-, Grundtieren bzw. Planktonten notwendig, als von den konzentrierten Substraten. Aus diesen voluminösen Futtermassen resultieren in Anbetracht des hohen Chitin- und Zellulosegehaltes der Naturnahrung weiterhin aber auch erheblich größere, mit Bakterien und Stoffwechselprodukten geschwängerte Kotmengen als bei jenen; trotzdem ein regulärer, guter Abwachs (Fleisch- und Fettansatz) bei Karpfen und Schleien.

Der bonitär schlechte, bakteriell träge Weiher besitzt eine Produktivität von 50 kg pro Hektar, soll nunmehr bei der Fütterung aber 250 kg bringen. Um dieses Plus von 200 kg zu erreichen, sind 800 kg Lupinen notwendig, welche an Futterresten und Fäces, hoch gerechnet, etwa 250 kg im Laufe von 100 Tagen oder pro Tag und Liter etwa **0,02** mg liefern würden, d. h. für jedes nicht geradezu vergiftete Medium durchaus unmerkbare Quantitäten. Dabei aber fällt der tierische Körper, insbesondere derjenige der Cypriniden, als das die negative Bilanz des Gewässers belastende Moment anschwellend immer erheblicher in die Wagschale. Jedes einzige Kotklümpchen ist mit Legionen von Mikroorganismen besetzt, welche unter dem günstigen Einflusse der Temperatur in dem alkalisch reagierenden Teichwasser weiter wuchern und schließlich den ganzen

Schlamm, oder doch wenigstens den Umkreis der Futterplätze und -straßen, in eine Reinkultur von (fakultativ bzw. obligat anaërobiotischen) Gärern verwandeln, gleichzeitig aber auch die Wassersäule mit ihren Stoffwechselprodukten sättigen, kurz, die uns von G. Frank für die Spree bei Berlin, W. Prausnitz und B. Hofer für die Isar, A. Stutzer und O. Knublauch für den Rhein bei Köln geschilderten Verhältnisse fein nuanciert en miniature vorführen. Je mehr dabei die entgiftenden Eigenschaften von Schlamm und Wasser durch das Fehlen des Oxydationsvermögens herabgesetzt sind, und ein je stärkerer Nachdruck auf die eiweißreichen Substanzen gelegt wird, desto augenfälliger treten die Schädigungen in Erscheinung (Blutkuchen, Truttat, besonders Warmblüterfleisch).

Pendants dazu geben die Salmoniden gewisser tiefer subalpiner Becken mit minimaler Entwickelung der Schar ab: In den obersten, sauerstoffreichen Schichten (neben degenerierten Barschen) große, kräftige, gesunde Salvelinus-Arten, weiter unten im Bereich des Planktons und der von demselben produzierten, längere Zeit flottierenden, bakteriengeschwängerten Kotklümpchen (s. S. 250) degenerierte, angekränkelte (zugleich mit kräftigen Renken), endlich unten am ungesunden Grunde ganz verbuttete Formen (neben normalen Trüschen, Welsen, Grundforellen usw.). — Wie aber äußert sich hier der Einfluß des Raumes? In derartigen Becken liefert im rationellen Betriebe, nach Hofer u. a., der Hektar 25 bis 30 kg Fische. Angenommen, daß dieser Ertrag nur $1/3$ des effektiven Bestandes darstellt, so wären das pro Hektar 90 kg oder **1 kg auf 100 qm Oberfläche.** — Wo bleibt dabei ferner der vielgerühmte Einfluß der Fettweide im Sinne von Schiemenz? Die Grundfauna muß der S. salvelinus var. profundus, die Uferfauna müssen der Bierschling, die Sandplötze, der Sanddöbel usw. besser erreichen als der Saibling, Barsch, die Palmplötze und der Aitel, trotzdem sind die ersten vier die verbutteten Formen!

Das aufmerksame, gründliche Studium der hier in Rede stehenden Verhältnisse zeigt uns aber noch ein anderes, bisher gänzlich übersehenes, wichtiges Moment, durch dessen systematische Bearbeitung sich junge Bakteriologen wirkliche Verdienste um die Fischerei erwerben könnten: Von den Krankheitserregern wissen wir, daß bestimmte Arten für eine Tierspezies tödlich sind, während sie deren nächste Verwandten kaum tangieren, ja, daß die Rasse bzw. Hochzucht dabei sogar einschneidende Unterschiede bedingen. Ferner wissen wir aber auch, daß an sich indifferente Spaltpilze, wie der Proteus (termo), unter ganz bestimmten Verhältnissen stark toxische Stoffwechselprodukte abzusondern imstande sind (O. Wyss u. a.). Genau dasselbe trifft für die Gärer ebenfalls zu. Als sehr resistent erweisen sich die kleinen Schmarotzer: Schlammbeißer, Gründling, Stichling, Moderlieschen, Ukelei, obwohl man von letzterem in gewissen Gewässern zweifellos Zwergformen konstatieren kann. Auch der Aal ist als zäh und wenig anfällig anzusprechen. Im strikten Gegen-

satz zu ihnen stehen dagegen bei uns im Norden die Plötze, der Barsch, Kaulbarsch, der Blei, vornehmlich aber der Karpfen und die Schleie. Merkwürdigerweise finden wir nun in derartigen Fällen, je nach der für die Degeneration inklinierenden Fischart, ganz bestimmte Spaltpilzformen auf den Platten vor; wohlverstanden, das Gesamtbild bleibt im großen ganzen dasselbe, in ihm heben sich jedoch von Fall zu Fall besondere, meist anaërobiotische Typen ab, die, in Reinkulturen weitergezüchtet und in Standzylinder mit sterilisiertem Wasser übergeimpft, auch ganz bestimmte, mehr oder minder schädliche Produkte liefern, wie der „biologische" Versuch nach Zuntz, ganz besonders jedoch vergleichende Experimente mit verschiedenen Fischarten, zeigen.[1]) — Was dabei primär, was sekundär ist, vermag ich mit meinen geringen, primitiven Hilfsmitteln nicht zu entscheiden, das gehört zum Arbeitspensum unserer mit staatlichen Mitteln arbeitenden Stationen und Institute. — Das Hauptcharakteristikum der in Rede stehenden schädlichen Mikroben ist ihre Anaërobie, und wenn Hübner u. a. auf die häufige gründliche Bewegung von Schlamm und Wasser durch die Netze der Fischer, Mahnkopf, Schiemenz auf den Wellenschlag und Morcinek auf die ständige Auffrischung des Fluidums bzw. eine ununterbrochene Wanderung der Brut in fortwährend erneutem Wasser ganz besonderen Nachdruck legen zu müssen glauben, so stimmt das sowohl zu dem Seite 566 über den Groß-Glienicker See Gesagten,[2]) als auch zu den neuesten Erfahrungen über Schleienzucht recht gut. Der Karpfen der Vor-Dubischschen Periode mußte aus genau denselben Gründen verbutten, aus dem vor wenig Jahren noch die Schleie drockte und stockte, weil man nicht verstand, ihn wandern zu lassen, bzw. durch die Sämerung die Fäulniskraft des Schlammes zu erhöhen. Er gedeiht in unseren öffentlichen Gewässern momentan deswegen so ausgezeichnet, weil in denselben die für ihn schädlichen Mikroben noch in der Minderzahl vertreten sind. In dem oft erwähnten Hundekehlensee ist das Optimum dagegen schon überschritten, infolge davon geht der Bestand bereits langsam, aber sicher zurück. — Hierher gehören auch die von Hübner, Mahnkopf, Struck u. a. erwähnten Fälle des Aussterbens ganz bestimmter, überreichlich vertretener Fischarten: Maränen, Stint, Kaulbarsch, Blei usw. in Seen, Flüssen und Haffen, hierher gehört endlich das Zuchtverfahren der Chinesen. In den meist nicht ablaßbaren Weihern häufen sich infolge der sehr intensiven Düngungen trotz aller Impfungen die hier in Rede stehenden Mikroben derartig an, daß nur ein durchaus gesunder Besatz überhaupt noch weiter zu kommen vermag. Daher der alljährlich frische Bezug des Materiales

---

[1]) Vergl. a. J. Koenig, „Verunreinigung der Gewässer", 2. Aufl., Berlin 1899, I, S. 74 ff.

[2]) Die von P. Schiemenz in „Unsere Versorgung mit frischem Fischfleisch", Berlin 1907, S. 26, für dieses Faktum gebrachte Erklärung will mir nicht recht einleuchten.

aus Flüssen, daher das Aufgeben des Karpfens als Zuchtobjekt in ganzen Distrikten.

Als Optimum gilt der Dorfteich; aber auch bei ihm gibt es kein Schema F, denn, wie schon Seite 83 ff. gezeigt wurde, kommen bei dieser Klasse neben bakteriell sehr tätigen, gesunden, gar nicht selten träge, verjauchte und zwischen ihnen alle Abstufungen von gut bis schlecht vor. Die Klippe bildet selbst bei den besten der Winter insofern, weil alsdann die Gärer nur zu leicht die Oberhand gewinnen.[1])

Wenn nun schon in allen den hier erörterten Fällen, wo dem einzelnen Individuum ein breiter Raum zur Verfügung steht, seine Exkremente dem Volumen gegenüber kaum in Betracht kommen, und die Natur alle ihre Hilfsquellen springen lassen kann, so bedeutende, augenfällige Schädigungen eintreten, um wieviel mehr wird das dann im engen Ballon des Respirationsapparates, zudem in dem dort befindlichen, der natürlichen Hilfsquellen beraubten Wasser, der Fall sein?

Über die Wirkungen des Mistes in der Ackererde wie im Schlamme habe ich mich bereits verschiedentlich geäußert, trotzdem glaube ich den Interessenten nochmals ausdrücklich auf die einschlägigen, zusammenfassenden Arbeiten von Wollny[2]) und M. Hoffmann[3]) hinweisen zu müssen. Der Hauptvorteil liegt bei ihm darin, daß er, günstige Verhältnisse, also Umsetzungen, nicht Verspecken, vorausgesetzt, den ganzen Stoffkreislauf des Wassers durch Zufuhr besonders kräftiger „Fermente" von Grund aus ändert, an die Stelle der Gärungen und Fäulnisvorgänge Oxydationsprozesse setzt, unter deren Einfluß bei genügendem Mineralstoffreichtum des Wassers allerhand nützliche, höhere Organismen, wie Algen, Flagellaten,[4]) die Produzenten des aktiven Sauerstoffs und der nicht toxischen Kohlensäure, weiterhin Krustazeen usw., zu wuchern vermögen. Kräftig fermentativ wirken alle frischen Fäces, wenn auch nicht in genau derselben Richtung und Stärke; doch ergänzen hier meistens die der Herbivoren diejenigen der Carnivoren usw., weshalb sie zeitweise von allen Fischen gierig verschlungen werden. Interessant sind im Anschluß daran die von mir häufig gemachten Beobachtungen, daß in den ausschließlich mit frischen menschlichen Fäces beschickten Dorfteichen Kuh- oder Schweine- oder Geflügelmist besonders gern genommen wurde, und

---

[1]) Diese Verhältnisse illustrieren recht drastisch die in Ztschr. f. Fisch., VII, 2, S. 10, 11 u. 13 mitgeteilten Beobachtungen von A. Maurizio.

[2]) „Neuere Erfahr. a. d. Geb. d. phys., chem. u. bakteriol. Vorgänge i. Boden", Arb. d. D. Landw.-Ges., Berlin 1898, S. 71 ff.

[3]) Mitt. d. D. Landw.-Ges. 1906, St. 13, S. 142.

[4]) Bekanntlich haben Emmerich und Gemünd nachgewiesen, daß gewisse Protozoën, insbesondere Flagellaten, enorme Mengen pathogener Keime (Typhusbazillen usw.) zu vernichten imstande sind (s. a. Lindner a. a. O., S. 64 ff.).

daß gerade in solchen Teichen die Fische rottende Gründüngung bevorzugten (vergl. das Verfahren der Chinesen). Kräftig fermentativ wirkt aber auch Boden — wohlverstanden nicht jeder beliebige, gute Resultate zeitigt vielmehr einzig die richtige Komplementerde der in ihr wuchernden, dem betreffenden Schlamme und Wasser fehlenden Spaltpilze wegen. — Man greife also ruhig auf das Verfahren der Chinesen oder der alten Züchter zurück und impfe entweder das Wasser in den der Temperatur und dem Fermentbedürfnis angepaßten Dosen oder verfüttere zugleich mit den Substraten mäßige Mengen des in dem betreffenden Falle nötigen, tüchtig bewegten Materials.

Über die Fermente und Hilfsfermente im engeren und weiteren Sinne des Wortes ließen sich ganze Bände schreiben. Mehrere Hefte voll von zum Teil ganz neuen Beobachtungen habe ich bereits gesammelt. Ich stelle dieselben Interessenten um so lieber zur Verfügung, als ich wohl kaum mehr dazu kommen werde, diese wichtige Angelegenheit weiter zu verfolgen.

Im voraufstehenden wurde bereits angedeutet, daß die Fische gegen die Schädiger bzw. die von denselben gelieferten Produkte nach und nach bis zu einem gewissen Grade immun zu werden vermögen. Dieses Faktum äußert sich am ehesten im Winterlager. Daher hören wir denn auch um so weniger von Sterben in Winterungen und Seen, je geringer die am Grunde lagernden fäulnisfähigen Massen sind, bzw. je intensiver die voraufgegangene Sömmerung war, und je mehr die Wassersäule unter dem Einfluß von Wuhnen resp. bei der Eisfischerei durch die Netze (aufgerührt und dadurch) einmal mit Sauerstoff gesättigt, dann aber durchkältet wird. — Über das von den alten Praktikern hochgeschätzte Ausfrieren des Bodens usw. gehen die Meinungen der Agronomen bekanntlich strikt auseinander. Die einen sehen in diesem Vorgange bloß eine recht intensive physikalische Melioration, die anderen meinen ihn ganz entbehren zu können. Je mehr wir indessen die bakteriellen Vorgänge als Basis des Ganzen erfassen lernen, desto mehr werden wir uns von der Notwendigkeit des Ausfrierens überzeugen. Auch der Boden hat, gleich dem Organismus, seine Hygiene, und ohne Krümelstruktur sind die Gare und die Umsetzungen nicht recht denkbar. Wie die Dürre des Jahres 1904 dadurch zum Segen für ganze Gewässersysteme wurde, daß sie viele Bäche und Flüsse bis auf die schmale eigentliche Flutrinne versiegen ließ, die im Grunde faulenden, versauernden Massen in Berührung mit dem Licht[1]) und Sauerstoff der Luft brachte und dadurch gründliche Umsetzungen und eine durchgreifende Sanierung wenigstens der obersten Schicht ermöglichte, ist das auch beim Ausfrieren des Schlammes durchaus der Fall. Die hier leider versagende Statistik würde zur Evidenz zeigen, daß schlamprige Winter einen ganzen

---

[1]) Vergl. v. neuer. Arb. bes. V. Bie, S. Bang i. Mitt. a. Finsens medic. Lysinst. 1905, H. 9.

Stab von allen möglichen Fischseuchen im Gefolge haben, während letztere nach normalen oder strengen bloß sporadisch, und zwar hauptsächlich dort auftreten, wo gegen die Basis der rationellen Teichwirtschaft, die Bodenpflege, gesündigt wird. — Das nämliche gilt von der Durchkältung der Wassersäule und dem Winterschlaf der in ihr lebenden Organismen im ganzen Umfange. Zur Klärung dieser wichtigen Fragen beliebe man nur einmal in naturgemäß eingerichteten großen Bassins systematische Parallelversuche mit Daphnien, Cyklopiden usw. anzustellen und, anstatt allerhand schöne Hypothesen aufzustellen, nach dem Vorgange der Hoferschen Schule das Blut der in den Winterungen gefütterten Karpfen, sowie die in jenen vorherrschende Bakterienflora recht genau zu untersuchen, und man wird manche Überraschung erleben.

Unterbleibt diese intensive Abkühlung der ganzen Wassersäule bis auf den Grund hin, wie das in warmen Wintern oder in zahlreichen, schlecht ventilierten Kammerteichen, Seen, Pfühlen usw. an der Tagesordnung zu sein pflegt, und wird obendrein die Diffusion des Sauerstoffs der Luft durch das Eis infolge starker, fester Lagerung des Schnees, vornehmlich jedoch durch die Bildung von Glatteis unterbunden, so treten in den unteren, wärmeren, verdunkelten Schichten stärker und immer stärker werdende Fäulnisprozesse auf, die bei langsamem Verlauf den Fischen den Aufenthalt im Kessel verleiden, in der Folge oder bei plötzlichem Eintritt indessen die berüchtigten Fischaufstände herbeiführen. In rationell behandelten Kammerteichen eingewinterte gesunde Karpfen und Schleien müssen ruhig im Kessel liegen, tun sie das nicht, so sind Wasser und Schlamm als ungesund gründlich chemisch und bakteriologisch zu untersuchen, nicht aber die Wucherbedingungen der Gärer und Fäulniserreger durch eine Fütterung, womöglich gar mit eiweißreichen Materialien, noch zu vermehren.[1]) — In gleicher Weise erklärt sich das häufig beobachtete Faktum, daß nämlich die Epidemien meist erst im Frühling unmittelbar nach dem Herausnehmen der Fische aus den Winterungen, vielfach sogar noch in diesen selbst, aufzutreten pflegen. Pendants haben wir in den winterschlafenden Säugern, Amphibien und Reptilien, bei denen Massensterben im Frühling ebenfalls durchaus nicht zu den Seltenheiten zählen, und bekanntlich erklärt man den Vernichtungszug des Bacillus typhi murium dadurch, daß durch den unter Einwirkung eines länger andauernden barometrischen Druckes in den Löchern stets ansteigenden Kohlensäuregehalt und die durch den letzteren bedingten, von Zuntz und Lewinstein normierten Schwächungen und Schädigungen der Organismus weniger widerstandsfähig gegen den Erreger des Mäusetyphus wird, das Blut sein „Fermentationsvermögen“ verliert.

In Kapitel I wurde verschiedentlich an der Hand der Untersuchungen von Brandt und seinen Schülern gezeigt, daß der größere Fisch-

---

[1]) S. d. treff. Ausf. v. Wernecke, Fisch.-Ztg., X, S. 151/152.

reichtum der nordischen Gewässer auf die durch die niedrigere Temperatur gehemmten Wucher- und Existenzbedingungen der denitrifizierenden Spaltpilze zurückzuführen ist. Auf Grund meiner Beobachtungen und Experimente gehe ich in dieser Beziehung noch weiter, behaupte ich, daß den Gärern und Fäulniserregern mindestens die gleiche Rolle im Stoffkreislauf der Süßgewässer zuzusprechen ist, wie jenen salpeterzerstörenden Gruppen. Je mehr wir deren Wucherung unter Mitwirkung von Frost, Luft und Licht unterbinden, an ihrer Stelle Umsetzungen herbeiführen, desto reichere Ernten an gesunden Fischen werden wir einheimsen können (s. a. Fisch.-Ztg., X, 13, S. 207).

Weit schlimmer als alle die immerhin bloß lokalen Fischsterben ist die **Krebspest**, denn ihr sind einmal sehr beträchtliche Werte zum Opfer gefallen, und zweitens werden die durch sie hervorgerufenen Schädigungen in Jahrzehnten, ja, wahrscheinlich überhaupt nicht wieder wett gemacht werden können. Vergleichen wir die genauen, d. h. von wirklich zuverlässigen Beobachtern verfaßten Berichte, so finden wir, daß vielerorts, selbst dort, wo, wie in der Oder bei Schwedt, von direkten Verunreinigungen oder nennenswerter organischer Anreicherung des Wassers füglich nicht die Rede sein kann, der Kruster lange vor dem Auftreten der eigentlichen Pest verschwunden war oder wenigstens auf dem Aussterbeetat stand. Die Seuche hielt dann allerdings gründlich Kehraus, machte merkwürdigerweise jedoch bei allen wirklich noch primitiven Gewässern Halt. Kein Wunder! Je mehr die Kultur bis zur Quelle hinauf in die Wasserverhältnisse eingreift, je gründlicher die Fäulniskraft des Schlammes, das Selbstreinigungsvermögen des Wassers durch die Land- und Forstwirtschaft beschnitten werden und dadurch der gesamte Stoffkreislauf in die schiefe Ebene der Gärung und Fäulnis gedrängt wird, desto schärfer wird der in dieser Beziehung besonders empfindliche Krebs als Höhlenbewohner zugleich mit einigen heikeln Muscheln getroffen. Ihnen fehlen eben die Immunkörper, und ihr „Blut" ist auf eine kräftige Sauerstoffzufuhr eingestellt. In gleicher Weise werden durch die geschilderten Vorgänge aber auch alle sehr sauerstoffbedürftigen Organismen, wie vor allem die Saprolegniaceen (Saprolegnia, Achlya, Aphanomyces) auf knappe Kost gesetzt. Was liegt nun näher, als daß sie sich aus Mangel an anderweitigem aktivem Sauerstoff an den im tierischen Blut (Gewebe) vorhandenen halten? Die Beobachtungen von Mahnkopf im Groß-Glienicker See zeigen uns in Verbindung mit den älteren Wahrnehmungen von Gasch (s. S. 103) diesen Zusammenhang derart deutlich, daß sich weitere Auseinandersetzungen erübrigen. — Hierbei sei auch daran erinnert, daß die in den Drebeln und Hältern dicht gesetzten Fische gleich den aus überschonten oder besonders tiefen Gewässern stammenden, starke Neigung zum Verpilzen zeigen. In flott durchströmtes oder stark kalkhaltiges Wasser gesetzt, kurieren sie sich jedoch rasch aus, regenerieren die Schuppen ohne

weiteres.[1]) Wenn nun Schikora (Ztschr. f. Fisch., VII, 1, S. 18) speziell vom Sphaerotilus fluitans nachweist, daß sein Sauerstoffbedürfnis um so größer, je mehr freies Ammoniak vorhanden ist, während Kalk die Aërobie herabsetzt, so gibt das in Verbindung mit den Seite 614 angeführten Momenten sehr zu denken.[2]) — Und wenn alte, erfahrene Praktiker und gute Beobachter immer und immer wieder einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Elodea und demjenigen der Krebspest behaupten, so liegt sicher mehr als ein Körnlein Wahrheit in dieser Annahme. Solange die Characeen oder Stratiotes und zwischen ihnen zahlreiche Algen die Grundflora der Gewässer bildeten, das Wasser wie der Schlamm noch kräftig, tätig waren, fanden sich am Grunde immerhin leidliche Verhältnisse und befriedigende Sauerstoffwerte vor; sowie jedoch die Elodea überwucherte und gleichzeitig am Ufer das Gelege hochzukommen begann, bildeten sich die Seite 46 und 60 ziffernmäßig belegten Momente heraus. Die Folge war neben sich häufenden Fischaufständen die systematische Verdrängung der Grundalgen und Grundtiere (vergl. die Beobachtungen von Schillinger über die Laichplätze des Saiblings im Starnberger See u. a.). Nachdem nunmehr vielerorts die Macht der Wasserpest gebrochen ist, ihre Wucherbedingungen definitiv unterbunden sind, beginnen die Gewässer wieder zu gesunden. Das zeigt sich in dem Nachlassen der Fischaufstände und dem damit zusammenhängenden Rückgange der Gärer und Fäulniserreger ganz einwandfrei.[3])

II. Bakteriologische Untersuchungsmethoden.

A. Allgemeines über Bakterien.

Von den drei Klassen der niederen Pilze: Hefe- oder Sproß-, Schimmel- oder Faden- und Spaltpilze oder Bakterien, soll uns zunächst die letztere beschäftigen. Die Bakterien sind die am tiefsten stehenden Glieder des Pflanzenreiches, sie zerfallen in eine Reihe

---

[1]) Hier wären recht eingehende systematische Untersuchungen des Blutes, besonders auf seine bakteriolytischen, antitoxischen etc. Eigenschaften, dringend erwünscht.

[2]) Vergl. außer de Bary, Zopf, Fermi und Buscaglioni besonders Pfeffer, „Pflanzenphysiol.“, 2. Aufl., I, S. 362, 511, Duclaux, „Traité de microbiologie“, T. II, Diast., Tox. et Ven., Paris 1899, Maurizio a. a. O., S. 18, 19 u. a. m.

[3]) Die währ. der Korrektur ersch. Ausf. v. Struck, Fisch.-Ztg., X, S. 148 ff., deck. s. vielf. mit d. meinig.

wohlumschriebener, nach Form und Wirkung voneinander unterschiedener Arten, welche nicht ineinander übergehen. — Die vorzugsweise in verunreinigten Gewässern, Lösungen oder im Boden von toten Organismen lebenden Spezies nennt man Saprophyten, die auf bzw. im lebenden Tier- oder Pflanzenkörper wuchernden Parasiten, doch können, wie wir sahen und es auch von zahlreichen Schimmelpilzen u. a. erwiesen ist, unter bestimmten Verhältnissen die ersteren leicht zu Schmarotzern werden. — Die Hauptformen sind in Figur 165 bis 175 wiedergegeben. Dabei muß allerdings erwähnt werden, daß, da nach den Untersuchungen von Zopf u. a. unter Einfluß der Temperatur und der Nährsubstrate ein und dieselbe Bakterienart oft die verschiedensten Gestalten, beispielsweise als Spirill, Leptothrix, Bacillus, Bacterium und Coccus annehmen kann, die angeführten Namen mithin nur Wuchsformen, nicht aber selbständige Arten bezeichnen. — Wir unterscheiden:

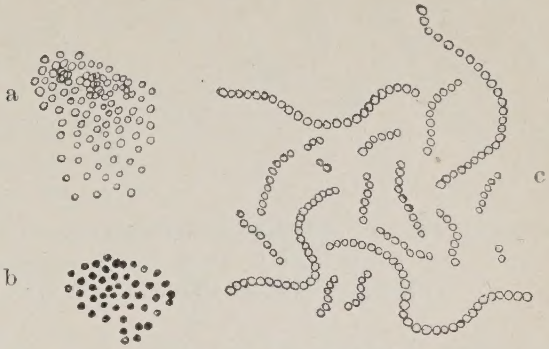


Fig. 165.
Kokken.
(1:1000.) Nach Gilg.
a Staphylococcus pyogenes aureus, b derselbe gefärbt, c Streptococcus pyogenes.

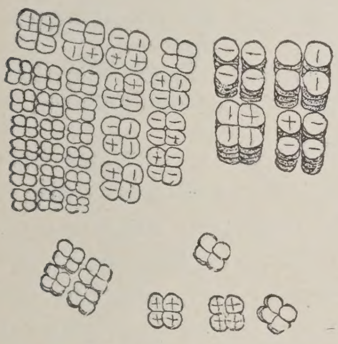


Fig. 166.
Sarcina.
(1:1000.) Nach Gilg.

1. Kokken, Kugeln von verschiedener Größe bis hinab zu den bei sehr starken Vergrößerungen eben noch sichtbaren und einzig infolge ihrer Vermehrung durch Zweiteilung als Lebewesen sich dokumentierenden Gebilden [Makro-, Mikrokokken (Fig. 165a)]. — Paarweise auftretende Kugeln heißen Diplokokken, paketförmig zu vier arrangierte Sarcinen (Fig. 166). Pediococcus bedeutet eine in der Fläche sich ausbreitende Kugel, die kreuzweis zusammengeschnürt ebenfalls das Bild eines Paketes liefert. Als Streptokokken (Fig. 165c) bezeichnet man die mehr oder minder perlschnurartig gereihten.

2. Bakterien, Bazillen, verschieden große, lange, dicke Stäbchen bis zur ausgesprochenen Kommaform (Fig. 167). Sind dieselben durch eine Anschwellung in der Mitte spindel- oder zitronenförmig, so spricht man von Clostridien (Fig. 168), verbreitert sich dagegen das Ende keulen-, trommelschlägel- oder stecknadelkopfartig, von Plektridien (Fig. 169). — Bei stärkerer

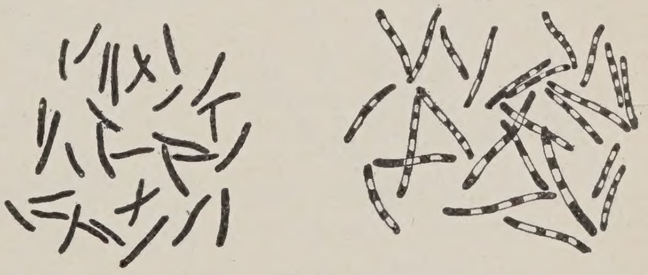


Fig. 167.
Tuberkelbazillen.
(1:4000.) Nach Gilg.

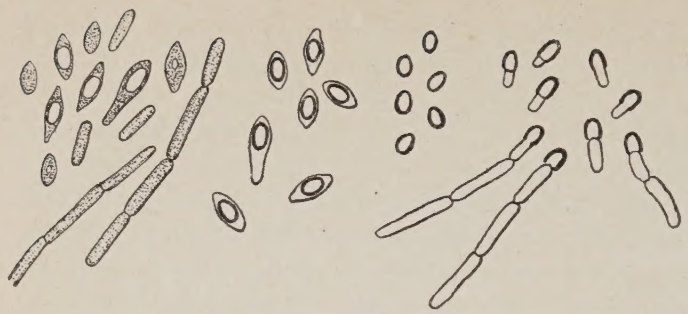


Fig. 168. **Bacillus butyricus.**
(1 : 1000.) Nach Gilg.
(Sporenbildung: Clostridienform.)

Verlängerung der Bazillen entstehen die:

3. Fadenformen: einfach und dünn, Leptothrix (Fig. 170), infolge eigentümlicher Aneinanderlagerung mehrerer Fäden unecht verzweigt, Cladothrix (Fig. 171).

4. Schraubenformen: kurze Zellen mit flacher Biegung, Vibrio, starke Zellen mit kurzen Windungen, Spirillen (Fig. 172), wellenförmige Fäden bzw. lange Schraubenzellen, Spirochaeten (Fig. 173), zopfartig verschlungene, Spirulina.

5. Zoogloeen. Dadurch, daß die einzelnen Zellen sich fortschreitend dichter aneinander lagern, während gleichzeitig die äußeren, gelatinösen Schichten der Zellwand stark quellen, entstehen typisch geformte, schleimige Massen, Häute, Ballen, Klumpen [„Froschlaich“ (Fig. 174)].

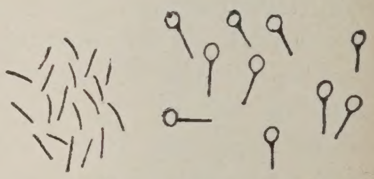


Fig. 169.
Bazillen mit endständigen Sporen.
(1 : 1000.) Nach Migula.
(Trommelschlägelform).

6. Die merkwürdigen, unregelmäßig gebuchteten oder geschwollenen Involutionsformen werden meistens durch ungünstige Vegetationsverhältnisse hervorgerufen; bei einigen (z. B. den Essigsäurebakterien) gehören sie indes zum normalen Entwickelungsgang (Hansen).

Da die Bakterien Zellen sind, enthalten sie neben dem granulierten und von Hohlräumen (Vakuolen) durchsetzten Protoplasma, in welchem man bei einigen Chlorophyll, bei anderen stärkeartige Substanzen, bei dritten endlich Schwefel u. a. m. nachgewiesen hat, eine in den äußeren Schichten leicht gallertartig aufquellende, aus Zellulose bzw. Eiweißstoffen (?) bestehende Membran. — Viele zeigen blaue, rote, gelbe, grüne Tinten, deren Ablagerungsstätten (ob im Innern oder außen) jedoch noch nicht näher bekannt sind; einige phosphoreszieren. — Nicht wenige sind frei beweglich; dabei mögen die bei einigen vorhandenen Geißeln (Cilien) wohl eine Rolle als Lokomotionsmittel spielen. (Fig. 175.) — Die Vermehrung geschieht durch Teilung; meist geht dieselbe in einer Richtung vor sich, bei Mikrokokken aber auch in zwei aufeinander senkrechten Ebenen (Tetraden-, Pediococcus-) oder nach allen drei Dimensionen des Raumes (Oktaden-, Sar-

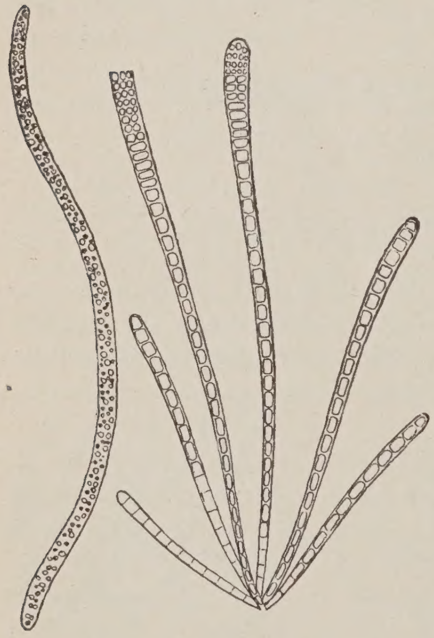


Fig. 170.
Fadenbakterien (Beggiatoa Crenothrix).
Nach Gilg.

cina-Formen). Fortzupflanzen — wohlverstanden, nicht unmittelbar zu vermehren — vermögen sich die Bakterien, vornehmlich die Bazillen und einige wenige Spirillen, weiterhin noch durch eine meist im Innern der Zelle stattfindende Sporenbildung [endo-, arthrospore Formen. (Fig. 176 u. 177.)] Handelt es sich dabei um mittelständige Früchte, so entstehen die Clostridien, während endständige Sporulation unter den gleichen Verhältnissen zur Entwickelung der Trommelschlägel-(Knöpfchen-)Formen führt. Charakteristisch und für die Erhaltung der Art wichtig ist die Resistenz dieser Sporen gegen äußere Einflüsse, eine Folge der sie umgebenden, außerordentlich dichten und festen Membran.

Fig. 171.
Cladothrix.
Nach Gilg.

Lebens- bzw. Vegetationsbedingungen: Organische Substanz[1]) Stickstoff; derselbe kann unmittelbar in jener, indes auch durch Salpetersäure- und Ammoniakverbindungen, schließlich in elementarer Form geliefert werden. Da ihnen mit Ausnahme einiger durch van Tieghem beschriebener Arten das Chlorophyll fehlt, sind sie auf vorgebildete Kohlenstoffverbindungen organischer Natur angewiesen. Im Dunkeln Kohlensäure zu assimilieren, vermögen außer den Nitro- bzw. Nitroso- (s. S. 27) und einigen von Nathanson im Meere nachgewiesenen Formen nach Beijerinck (Arch. néerl. sc., exp. et nat., IX, S. 131 ff.) auch noch der Thiobacillus thioparus und denitrificans. Die dazu nötige Energie wird von ersterem aus der Oxydation von $H_2S:S$ oder von $Na_2S_2O_3$, bzw. $Na_2S_4O_6:Na_2SO_4$ und S, vom denitrificans zur Oxydation von S nach Reduktion eines Nitrates zu elementarem N gewonnen. Ebenso findet bei der Spaltung von Rhodanaten durch Bakterien unter Bildung von freiem Schwefel eine Kohlensäure-Assimilation statt. — Mineralstoffe. Endlich verlangt die überwiegende Mehrzahl eine

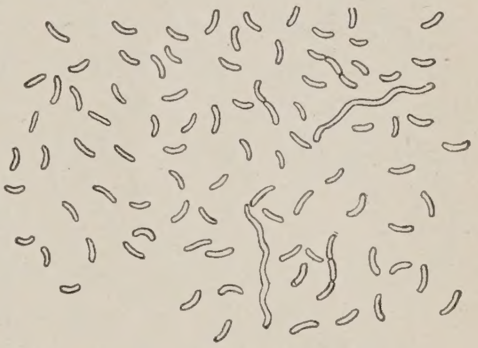


Fig. 172.
Microspira und Spirillum.
(1:1000.) Nach Migula.

---

[1]) Auf die während der Korrektur erscheinende interessante Arbeit von A. Koch-Göttingen, Mitt. d. D. L.-G. 1907, St. 12, vermag ich leider nicht mehr näher einzugehen.

alkalische oder neutrale Reaktion des Substrates. Auf saurem Boden wachsen sie so gut wie gar nicht, während die Schimmelpilze gerade dort üppig wuchern. Eine Ausnahmestellung nehmen, wie gesagt, die säurebildenden Gruppen ein; von ihnen können nach Effront einige sogar sehr beträchtliche Säuremengen vertragen. — Temperatur: Die Saprophyten gedeihen gleich den auf und in Pflanzen (beisp. den Saftergüssen) bzw. den Wechselwarmen schmarotzenden am besten bei der Durchschnittswärme unserer Sommermonate, also etwa 25°, die Parasiten der Höheren wuchern dagegen recht eigentlich bei Brüttemperatur (35—40° C). Wärme-, Kältestarre. — Luft bzw. Sauerstoffzufuhr: aërobe, — anaërobe — fakultativ anaërobe. — Licht wirkt keimtötend, ebenso absolute Trockenheit. — Über die Stoffwechselprodukte ist näheres bereits in den voraufstehenden Abschnitten und in den Vorbemerkungen zu diesem Kapitel gesagt worden. Die Verschiedenartigkeit derselben kann man dadurch demonstrieren, daß man eine Anzahl flüssiger und fester Nährböden mit diversen Indikatoren, etwa einer Lackmuslösung, versetzt und mit Reinkulturen beschickt: Säuren, Alkalien, Ammoniak, höhere Basen, wie Trimethylamin u. a., Schwefelwasserstoff, Lysine, Alkaloïde (Leucomaïne, Ptomaïne), Oxydations-, Reduktionsprozesse (Nitrifikation, Denitrifikation usw.), Gärung, Fäulnis, die höchste Potenz der Reduktionsprozesse. An der letzteren sind die verschiedensten Gattungen und Arten, und zwar nicht bloß anaërobe bzw. fakultativ anaërobe, sondern auch einige recht sauerstoffbedürftige, beteiligt. Die Produkte sind meist toxischer Natur, jedenfalls alles andere eher, als indifferent. — Enzyme. Über dieselben vergl. die schon oft zitierten Werke von J. Reynolds Green, Oppenheimer u. a. Hier sei nur erwähnt, daß Buchner und Meisenheimer,[1] Herzog[2] u. a. die Darstellung der Zymase der Milch- und Essigsäuregärung gelungen ist.

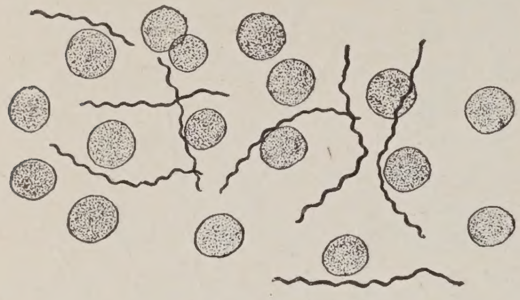


Fig. 173.
Blut mit Spirochäte.
Nach Migula.

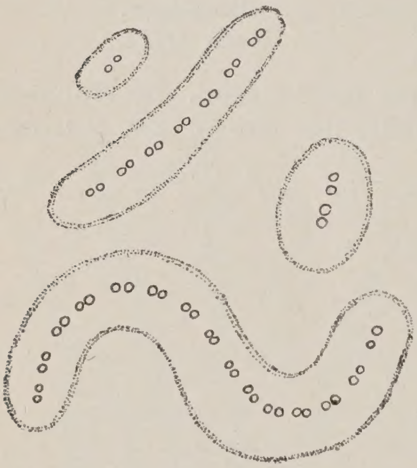


Fig. 174.
Froschlaichpilz.
(1:1000.) Nach Gilg.

[1]) „Enzyme bei Spaltpilzgärungen“, Chem. Ber. 1903, 634.
[2]) Ztschr. f. phys. Chemie 1903, S. 381.

Zu diagnostischen Zwecken hat man die den anderen fehlende Fähigkeit einer ganzen Reihe von beweglichen und unbeweglichen Bakterien, Bazillen und Kokken, die Gelatine mit Hilfe von Fermenten zu zersetzen, „peptonisieren“, benützt: Verflüssigende und nicht verflüssigende Arten. Erzeugung von Infektionskrankheiten vermittelst der Stoffwechselprodukte usw. — pathogene — indifferente Spezies, von welch letzteren einige unter ganz bestimmten Verhältnissen jedoch infektiös zu werden vermögen.[1])

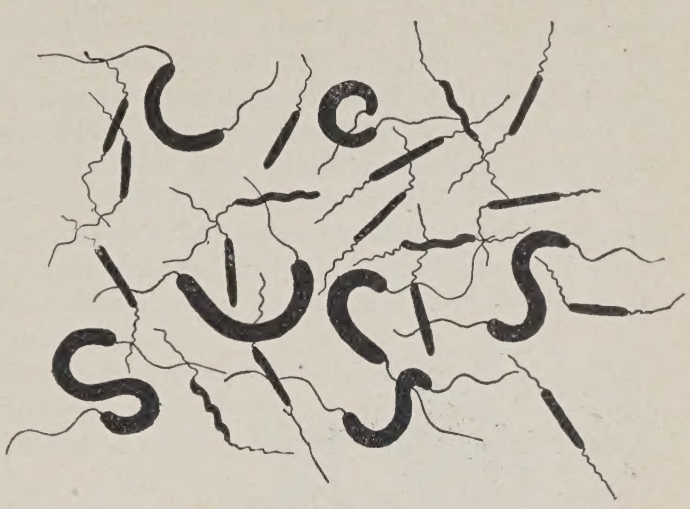


Fig. 175.
Geißeltragende Bakterien.
(1:1000.) Nach Migula.

B. Kultur der aëroben Formen.

a) **Des Wassers.** Zur Züchtung von Pilzkulturen benützt man nach R. Koch eine Nährgelatine, welche bei einer das Leben der eingeimpften Keime nicht vernichtenden Temperatur (30—40°) flüssig, bei der für das Wachstum der Pilze geeignetsten von 20—25° C aber fest bleibt, ferner Kartoffeln u. a. m.

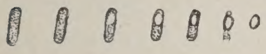


Fig. 176.
Sporenbildung bei Bacillus subtilis.
(1:1000.) Nach Migula.

Bereitung der Nährgelatine: 1. Man versetzt nach Loeffler 500 g fein gehacktes, tunlichst fettfreies Rindfleisch mit dem doppelten Quantum gewöhnlichen Wassers und digeriert unter häufigem Umrühren 12 bis 24 Stunden im Eisschrank. Hierauf schüttet man die ganze

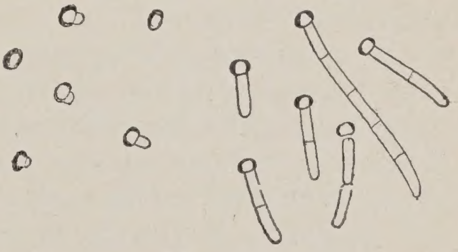


Fig. 177.
Keimung der Sporen von Bacillus subtilis.
(1:1000.) Nach Migula.

[1]) P. Liborius, Ztschr. f. Hyg., I, S. 175, Fr. Killing, Hyg. Rundsch. 1893, S. 727 u. 765 (vollst. Literat.), O. Wyß, Ztschr. f. Hyg. u. Infektionsk., XXVII, S. 143—174 u. a. m.

Masse auf ein Tuch und preßt sie so lange mit den Händen ab, bis die 1500 g des vorhandenen Gemenges 1 l Fleischwasser hergegeben haben. Zu diesem fügt man 10 g reines, trockenes Pepton, 5 g Kochsalz und im Sommer 100, im Winter 80 g recht gründlich zerkleinerte Gelatine, häufig auch 40 bis 60 g Glyzerin und 10 bis 20 g Dextrose (Traubenzucker) hinzu. Nachdem die Gelatine 30 Minuten lang gequollen ist, erwärmt man bis zur vollständigen Lösung derselben gelinde auf dem Wasserbade (die Temperatur darf dabei 55⁰ C nicht übersteigen). Das saure Gemisch wird nunmehr mit konzentrierter Sodalösung so lange versetzt, bis das blaue Lackmuspapier nicht mehr rot, das rote leicht blau erscheint. Man erhitzt die Flüssigkeit eine Stunde lang in einem geräumigen Gefäße im Dampfsterilisierapparat oder auf dem Wasserbade, wobei das koagulierbare Eiweiß, ferner Kalk- etc. Salze sich abscheiden, setzt, um eine vollständige Klärung der Flüssigkeit zu erzielen, das ungeronnene Weiße von einem Hühnerei zu der Lösung und kocht nochmals 30 Minuten lang auf. Sodann filtriert man durch ein vorher angefeuchtetes, in der Spitze doppeltes Faltenfilter im Heißwassertrichter (Fig. 178) und füllt mit dem Filtrat eine Anzahl vorher mit angesäuertem Wasser gründlich ausgewaschener, sterilisierter Reagenzgläser zu etwa $^1/_3$ (10 ccm), wobei man gleich eine Portion derselben mit Lackmuslösung, bzw. zum Studium der Reduktionsvorgänge mit einer 0,1 prozentigen Solution von indigschwefelsaurem Natron versetzen kann. — Die Reagenzgläser werden **sofort** nach der Füllung mit einem Baumwollenwattepfropfen pilzdicht verschlossen. — Nach dem Erstarren muß die Gelatine **ganz klar** sein; andernfalls ist sie im Dampfapparat weiter zu erhitzen, nachdem man ev. die infolge des Freiwerdens von Fleischsäuren und sauren Salzen wieder aufgetauchte, saure Reaktion durch Sodalösung abermals neutralisiert hat.

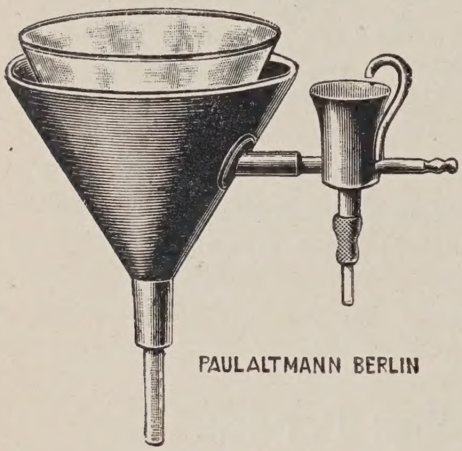


Fig. 178.
Heißwassertrichter mit konstantem Niveau.

2. Eine andere Vorschrift zur Herstellung der Nährgelatine lautet nach Fraenkel: 1000 ccm Wasser, 30 g Pepton, 5 g Fleischextrakt, 100 g Gelatine. — Da der Fleischextrakt außerordentlich reich an sehr resistenten Keimen zu sein pflegt, muß **der Sterilisierung ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.**

Agar-Agar. Die gewöhnliche Nährgelatine wird bei Temperaturen über 25⁰ C und infolge der peptonisierenden Eigenschaften mancher Bakterien erweicht, verflüssigt. Ein Nährboden, der bis etwa 40⁰ fest bleibt und durch die verdauende Wirkung der Bakterien nicht

angegriffen wird, ist die Agar-Agar-Bouillon. Das nach dem voraufstehenden Rezept hergestellte Fleischwasser wird wiederum mit 10 g, also 1 % Pepton, sowie 5 g Kochsalz versetzt, ¾ Stunden lang gekocht, neutralisiert und weiter eine bzw. nach Zugabe des rohen Weißen von einem Hühnerei eine fernere halbe Stunde lang erhitzt, endlich filtriert. In das alkalisch reagierende, klare Filtrat gibt man 1 bis höchstens 2 % sehr fein zerschnittenes Agar, sowie vielfach 4 bis 6 % reines, neutrales Glyzerin. Nachdem das Agar einige Stunden in der Bouillon gequollen hat, wird das Ganze 5 bis 6 Stunden lang im Wasserbade oder Dampfapparat erhitzt. Ist das Agar endlich so weit gelöst, daß man gröberen Stücken in der Brühe nicht mehr begegnet, so stellt man die Reaktion richtig. Hierauf kocht man eine Stunde lang fort, versetzt zur Klärung mit Eiweiß, kocht 30 Minuten weiter und filtriert endlich im Heißwassertrichter durch ein heiß angespritztes Faltenfilter Portionen von 10 ccm in sterilisierte Reagenzgläser (Watteverschluß!). Dieselben werden an drei folgenden Tagen je 30 Minuten erhitzt und zur Erzielung einer möglichst großen Oberfläche des Nährbodens in schräger Lage erstarren gelassen. (Auch hier setzt man zu besonderen Zwecken Traubenzucker, ameisensaures Natron, Resorzin, Lackmus usw. zu der Agar-Agar-Bouillon.[1])

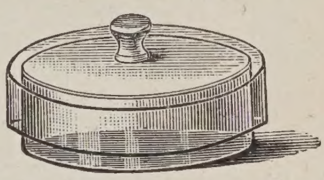


Fig. 179.
Feuchte Kammer.
(P. Altmann, Berlin.)

Kartoffeln nach C. Fraenkel. „Durch zahlreiche Untersuchungen ist zur Evidenz erwiesen, daß die Mehrzahl aller uns bis jetzt bekannten Bakterien, nicht bloß die saprophytischen, auf der Kartoffel unter Äußerung ganz charakteristischer Erscheinungen wuchern, so daß uns diese Frucht manchmal die wesentlichste Handhabe zur Unterscheidung solcher Arten bietet, welche in ihren sonstigen Eigenschaften zum Verwechseln ähnlich sind.“ — 1. Man nimmt gute, feste, mittelgroße Knollen, zweckmäßig von sogenannten „Salatkartoffeln“, und reinigt durch intensives Waschen und Bürsten ev. unter Anwendung der bekanntlich kräftig desinfizierenden Seife die äußere Schale gründlich von Schmutz. Sodann sticht man die „Augen“ und faulen Flecke bis aufs gesunde Fleisch aus und legt die Knolle eine halbe Stunde lang in eine 0,1 prozentige Sublimatlösung. Nachdem die Kartoffeln weiterhin in einem Blechgefäß mit Siebboden im Dampfapparate gar gekocht worden sind, werden sie mit den in 1 promilliges Sublimat getauchten Fingern gefaßt, mit einem durch Ausglühen sterilisierten Messer halbiert und mehrere Scheiben nebeneinander in eine „feuchte Kammer“ gebracht (Fig. 179).

2. Man nimmt nach v. Esmarch geschälte, gewaschene, ihrer Augen und Faulflecke beraubte, rohe Kartoffeln, schneidet sie in ½ bis 1 cm dicke Scheiben und legt jede derselben sofort in eine

[1]) Alle diese Nährböden sind nebst sämtlichen für bakteriologische Arbeiten nötigen Utensilien zu beziehen von P. Altmann-Berlin NW., Luisenstr. 47.

kleine, gläserne Doppel-(Petri-)Schale. In dieser werden sie alsdann ungefähr $1^1/_2$ Stunden lang im Dampfapparat sterilisiert, den sie zum Impfen fertig verlassen. Sie sind, wie 3, lange haltbar.

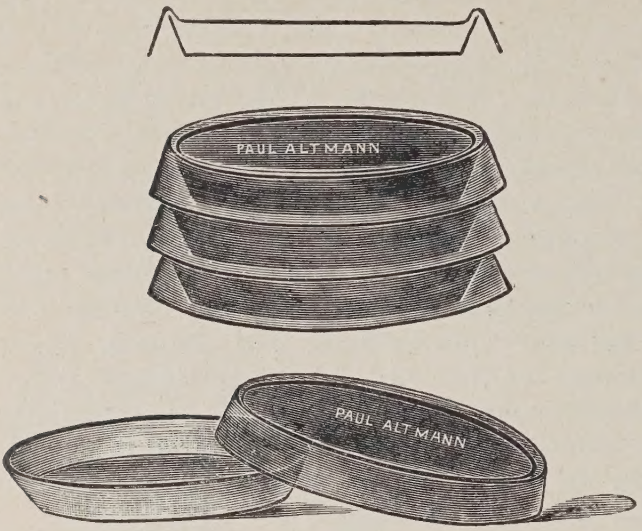


Fig. 180.
Petrischalen.

Die Einrichtung der Petrischalen zeigt die Figur 180 ohne weiteres. In Anbetracht des schon häufig erwähnten Umstandes, daß das Wachstum und die charakteristischen Eigenschaften der Bakterien am Licht Veränderungen erleiden, liefert P. Altmann-Berlin neuerdings Doppelschälchen, bei welchen die als Deckel dienende größere aus licht - undurchlässigem, gelbbraunem Glase hergestellt ist. (Näheres siehe Zentralbl. f. Bakteriol. 1900, No. 3.)

3. Nach Globig, Bolton und E. Roux sticht man aus dem Fleische einer möglichst großen, vorher nicht präparierten Kartoffel eine zylindrische Wurst heraus, befreit dieselbe an beiden Enden von der Schale, zerlegt sie durch einen schrägen Längsschnitt in der Diagonale in zwei Hälften, deren jede in ein vorher sterilisiertes Reagenzglas eingeschoben wird (Fig. 181). — Watteverschluß, zweistündiges Erhitzen im Dampfkochtopf. — Dieselben haben mit den sub 2 genannten den Vorteil gemein, daß sie sich auf einmal in größerer Menge anfertigen und längere Zeit, ohne zu verderben, für den Bedarfsfall aufbewahren lassen.

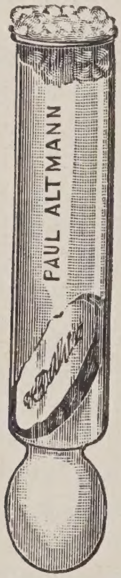


Fig. 181.
Kartoffel-Kulturröhrchen.

Der Kochsche Dampftopf ist folgendermaßen eingerichtet: Ein etwa $^3/_4$ m hoher, 30 cm im Durchmesser haltender Zylinder aus Weiß- oder Kupferblech ist zum Schutz gegen Wärmeverluste außen mit einem dichten Mantel von Filz umkleidet. Oben trägt derselbe einen gleichfalls befilzten Deckel, „Helm“ genannt, der locker aufsitzt, nicht luftdicht schließen darf, und in dessen Mitte gewöhnlich ein Thermometer angebracht ist. Der Zylinder selbst hat in seinem Innern an der Grenze des unteren Drittels über dem

durch permanenten Zufluß ergänzten, siedenden Wasser einen Rost. Auf diesen wird der für die Aufnahme der zu sterilisierenden Gegenstände: Reagenzröhrchen, Gummipfropfen, Papierfilter usw., bestimmte, mit einem Siebboden und kompakten Deckel versehene Blecheimer gestellt (Fig. 182). — Da die Sporen von Bakterien durch Siedehitze nicht getötet werden, sterilisiert man die gefüllten Reagenzröhrchen endgültig, indem man sie an vier bis fünf aufeinander folgenden Tagen je 15 Minuten lang im Dampfapparat erhitzt.

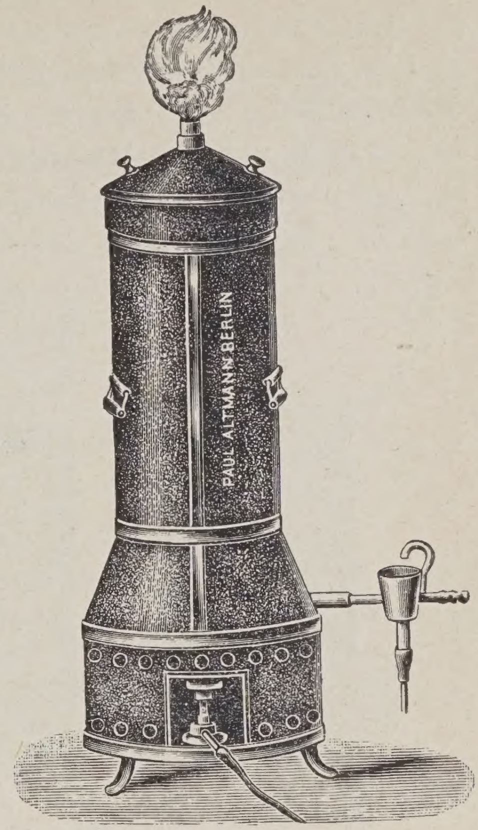


Fig. 182.
Koch'scher Dampfsterilisator mit konstantem Niveau.

Glas- und Metallgegenstände (Pipetten, Erlenmeyer-Kölbchen, Erdbohrer usw.) werden durch einstündiges Erhitzen auf 150^{0} C in einem guten Trockenschrank (Fig. 52), Pinzetten, Platinnadeln und -ösen vermittelst langsamen Durchziehens durch die Spiritusflamme keimfrei gemacht, während man zur Desinfektion der Hände u. dergl. Seife und 1 promilliges Sublimat verwendet.

Entnahme der Wasserproben. — Bei der Ausführung der bakteriologischen Wasseruntersuchungen ist vor allen Dingen zu beachten, daß, da in den Proben schon frühzeitig eine das Gesamtbild störende, intensive Wucherung gewisser Keime stattzufinden pflegt, die Impfungen so rasch als möglich, am besten **unmittelbar nach der Entnahme,** stattfinden müssen. Die Proben sollen ferner in gut verschlossene, keimfreie Gefäße (Erlenmeyer-Kölbchen) gefüllt und vor der Verimpfung tüchtig umgeschüttelt werden. — In dem aufbewahrten Wasser sinkt nämlich die Mehrzahl der

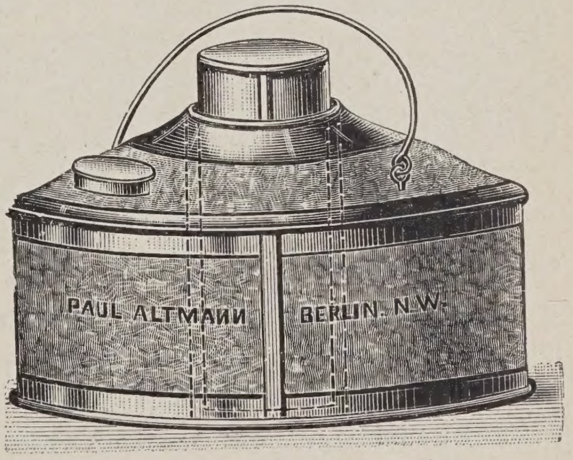


Fig. 183. **Kühlapparat zum Transport der an der Wasserentnahmestelle gegossenen Platten** nach Král.

Individuen zu Boden und entzieht sich so leicht der Beobachtung. — Um diese Fehlerquellen zu vermeiden, pflegt man die Platten jetzt am Orte der Untersuchung selbst zu gießen. Die zu diesem Behufe nötigen Utensilien hat man in besonderen Kästen zusammengestellt, von denen der nach Heim, besonders aber der von Proskauer oder das Modell des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, zu empfehlen sind. — Figur 183 stellt einen aus einer Dose für die Petrischalen (Fig. 184) und dem Transportgefäß mit Eisfüllung be-

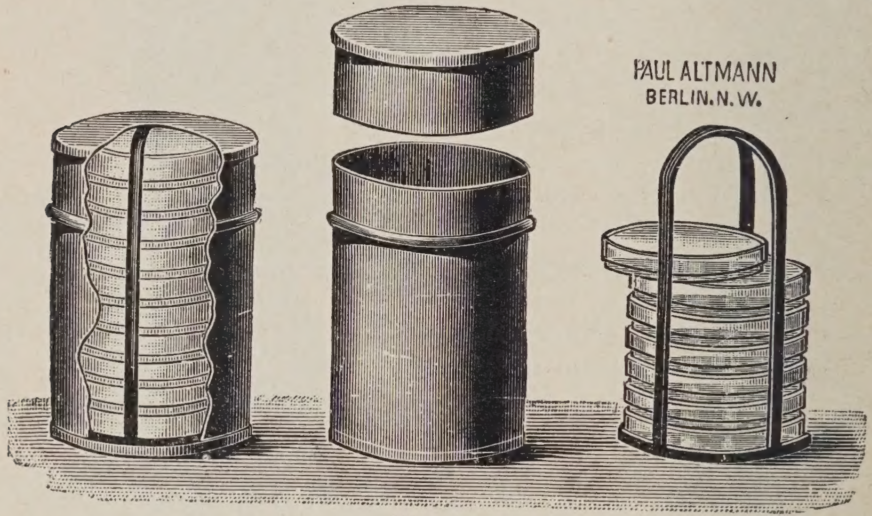


Fig. 184.
Aufnahmegefäß für Petrischalen.

stehenden Kühlapparat zum Transport derart gewonnener Wasserproben dar.

Die kupferne Blechbüchse ist mit einem Gestell versehen, in dem 12 Doppelschalen übereinander Platz haben, und aus dem sie bequem herausgenommen werden können. Zwischen die einzelnen Schalen legt man Scheiben aus Asbest bzw. Filtrierpapier. Die Doppelschalen werden gleich in der Büchse im Heißluftofen sterilisiert, indem man den aufgesetzten Deckel so dreht, daß das Loch in demselben mit dem in der Büchse angebrachten sich deckt. Nach der Sterilisation wird jener zurükgedreht und dadurch die Büchse völlig geschlossen. — Sind die Platten gegossen, kommen die Doppelschalen in die letztere und mit dieser sofort in die aus einem mit Filz umkleideten und mit einer Öffnung für die Eisfüllung versehenen, doppelwandigen Blechbehälter bestehende Kühlvorrichtung.

In sehr seichten Objekten, bzw. bei der Untersuchung der Oberflächenschicht, entnimmt man mittels von Probe zu Probe gewechselter, sterilisierter, graduierter Pipetten das Wasser direkt aus dem Fluß oder Becken und überträgt geringe Mengen davon in vorher durch Erwärmen verflüssigte und auf etwa 30° C abgekühlte Gelatine, und zwar in zwei Reagenzröhrchen, derart, daß das eine 1, das andere bloß $^1/_2$ ccm der Impfflüssigkeit erhält. Zur Eruierung der Verhältnisse in den tieferen Schichten dient dagegen

der in Figur 161, S. 603, näher skizzierte Apparat von Sclavo-Czaplewski. Aus dem gefüllten Wasseraufnahmeröhrchen b lassen wir analog 10 bis 12 bzw. 5 bis 6 Tropfen in die Gelatine fallen. Ist das Wasser in die Gelatine eingebracht, so wird das Röhrchen auf und nieder bewegt und sein Inhalt alsbald in eine horizontal gestellte, möglichst große Schale, bzw. auf eine ebensolche Platte ausgegossen. Die Schalen sind genau zu numerieren und die dazu gehörigen Daten in einem Protokoll zu vermerken. — Neben diesen Gelatine- wird man bei subtilen Untersuchungen gleichzeitig Agar-Agarplatten gießen, wobei zu berücksichtigen ist, daß dieses Material bereits bei 40 ° C erstarrt. Empfehlenswert sind für diese Zwecke die mit eingeätzter Quadrateinteilung versehenen Kulturschalen in Flaschenform, von denen die in Figur 185 abgebildete, von Schumburg angegebene noch den Vorteil bietet, daß sie einen genau 1 bzw. $^1/_2$ ccm fassenden hohlen Stöpsel trägt, bei ihr mithin die Mitnahme von Pipetten sich erübrigt. — An Stelle der Platten- verwendet man vielfach die v. Esmarchschen Rollkulturen. Bei denselben wird das wie gewöhnlich geimpfte, flüssige Nährsubstrat nicht ausgegossen, sondern dadurch gleichmäßig an den Wänden des Röhrchens ausgebreitet und zum Erstarren gebracht, daß man dasselbe, nachdem der Wattepfropfen mit einer Gummikappe überkleidet wurde, wagerecht in eine Schüssel mit Eiswasser oder den in Figur 186 skizzierten, mit einer Brause (d) versehenen Apparat von Nuttal einlegt

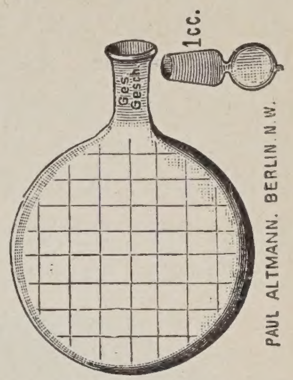


Fig. 185.
Kulturflasche.
Nach Schumburg.

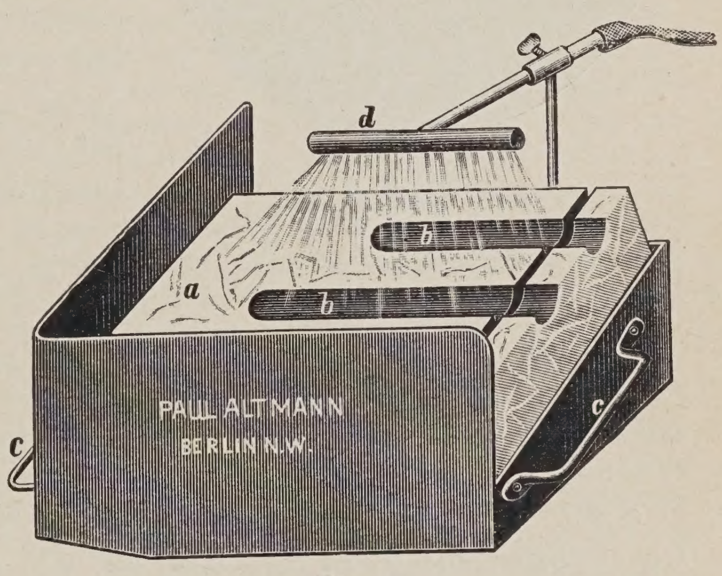


Fig. 186.
Apparat zur Herstellung von Rollkulturen.

und es in demselben bis zur völligen Erstarrung der Gelatine rotieren läßt. —

Tröpfchen-(Federstrich-)Kulturen nach P. Lindner. Dieselben gestatten, sowohl was Zeit als Material anlangt, ein außerordentlich ökonomisches Arbeiten; außerdem sind sie sehr bequem zur Anlage von Reinkulturen zu verwenden: Auf die Unterseite der gut gereinigten, durch Abwaschen mit Alkohol abs. entfetteten, flambierten Deckgläschen trägt man mit der sterilen Zeichenfeder oder einem sterilisierten, zugespitzten Holzstäbchen (Zahnstocher) die Gelatine in Tröpfchen, Strichen usw. auf. Hierauf impft man, legt das Deckgläschen sofort auf einen von einem hohen Vaselinering umzogenen, hohlen Objektträger und drückt es so fest an, daß Luftgänge nicht bleiben. —

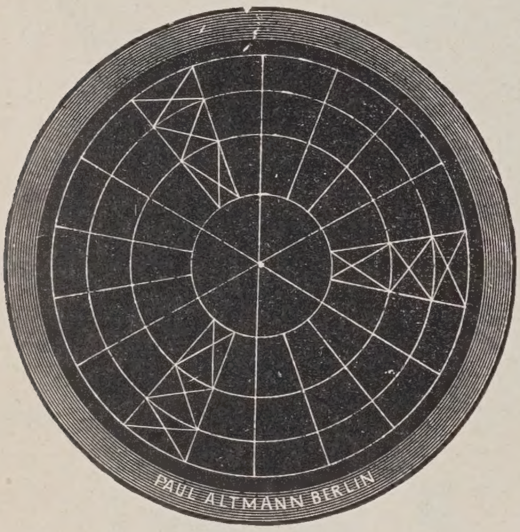


Fig. 187.
Zählplatte für Petrischalen.

Außerdem verteile ich stets auch 1 bis 2 Tropfen der Flüssigkeit vermittelst einer sterilisierten Platinöse gut in der Mitte einer Kartoffel. Von dieser ersten impfe ich sofort mit einer ebenfalls sterilen Öse oder Nadel etwas Material nach einer zweiten über usw. Solchergestalt zerlege ich das bunte Gemisch schon von vornherein in seine einzelnen Gruppen.

Zählung der Kolonien. Sind nach wenigen Tagen die Keime zu Kolonien ausgewachsen, so kann man zur Zählung und näheren Untersuchung derselben schreiten. Dem ersteren Zwecke dienen besondere Apparate, von denen der in Figur 187 dargestellte nach Lafar für die Untersuchung der Petrischalen ebenso zu empfehlen ist, wie der von v. Esmarch angegebene für diejenige der Röllchenkulturen. Nachdem man eine mit einem Diamantstift in Abteilungen von genau je 1 cm^2 zerlegte Glasscheibe über die auf einer Unterlage aus schwarzem Glase ruhende Schale oder Platte gelegt hat, eruiert man mit Hilfe einer Lupe die Menge der im Bereich eines solchen Feldes gewachsenen Kolonien. Die Prozedur wiederholt man an ver-

schiedenen anderen Stellen, zieht das Mittel und multipliziert diese Zahl mit der Summe der durch die Gelatineschicht bedeckten Felder.

Untersuchung der Arten und der von ihnen gelieferten Produkte. Weit wichtiger, als die Zahl an sich, ist aus den früher bereits entwickelten Gründen die Konstatierung der einzelnen Gruppen und Arten, ganz besonders aber ihrer Ansprüche an den Sauerstoffgehalt des Wassers und ihrer Tätigkeit bzw. der aus dieser resultierenden Stoffwechselprodukte.

Wir müssen eben immer daran festhalten, daß, weil der Zweck auch dieser Kleinsten nur das „Leben" ist, die Nahrung, Vegetationsverhältnisse das ausschlaggebende Moment bilden. Je nach der Art derselben treten ganz bestimmte Gruppen in den Vordergrund; die feinere Nuancierung besorgen der Sauerstoff, die Wärme, das Licht usw. Gemäß der Größe und dem Handinhandgehen dieser Faktoren reguliert sich der Stoffkreislauf im Gewässer und — kleine Ursachen, große Wirkungen: infolge unbedeutender Verschiebungen in diesen Existenzbedingungen können heute dort Gärer die Oberhand gewinnen, wo wenige Stunden vorher noch die Umsetzungsmikroben dominierten. — Im voraufstehenden habe ich wiederholt von für die Fische bzw. die Mikroorganismen „indifferenten" Formen gesprochen, damit aber insofern etwas Unrichtiges behauptet, als es solche Typen gar nicht gibt. Jede Gruppe hat ihren genau umgrenzten Wirkungskreis, ihre Bestimmung im Haushalte der Natur, sei es, indem sie Werte (in unserem Sinne) schafft, sei es, indem sie die von anderen produzierten wieder vernichtet. Überall begegnen uns auch Wechselbeziehungen zwischen den Bakterien und den Höheren, ja, schließlich werden wir uns davon überzeugen müssen, daß ein „Leben", die Existenz höherer Organismen, ohne die grundlegende Tätigkeit dieser Kleinsten und Niedrigsten undenkbar erscheint. — Wir hören jetzt von der Errichtung zweier großartig angelegter fischereilicher Institute im Norden Deutschlands, von denen das eine seiner Vollendung entgegen geht. Beide sollen der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin angegliedert werden. Möge diese erfreuliche Tatsache die weitere involvieren, daß diese Anstalten **von praktisch-landwirtschaftlichen Prinzipien** aus geleitet werden, man die an der Hochschule gelehrten **agronomischen und agronomisch-bakteriologischen Prinzipien** richtig, **verständig** aufs Wasser zu übertragen lernt, damit — endlich einmal — auch auf diesem Gebiet ein gedeihlicher Fortschritt zu verzeichnen ist. —

Sehr viel wird uns bei der Eruierung der Tätigkeit der Bakterien und der Feststellung der von denselben gelieferten Stoffwechselprodukte die vorher empfohlene Anwendung von Lackmus usw. insofern nützen, als sie uns nicht nur die Bildung von Säure und Alkali, sondern auch den Verlauf von Oxydations-

und Reduktionsprozessen anzeigt; etwas hilft ferner die Beobachtung unter dem Mikroskop, wobei wir eine recht enge Blende, schwache Objektive und starke Okulare zur Anwendung bringen müssen.[1]) Das beste Mittel bleibt aber die Isolierung der einzelnen oder wenigstens besonders typischer Formen mit Hilfe der Reinkultur und die Überimpfung dieser letzteren in bestimmte Nährsubstrate. Zu diesem Behufe sucht man unter dem Mikroskop diejenige Kolonie auf, welche man zu übertragen gedenkt, bzw. bei einer Mehrzahl derselben Art die am meisten isolierte oder am kräftigsten entwickelte der an der Oberfläche vegetierenden. Diese hebt man mit der sterilisierten Spitze einer „Bakterienharpune" (Fig. 188) zum Teil aus — das „Fischen" erfordert Übung und Geschick — und überträgt das Material derart in feste Gelatine, daß man das umgekehrte Röhrchen von oben auf die Nadel aufspießt. — Wattepfropfen in der desinfizierten Hand behalten! — Die Spitze der Harpune soll tief in senkrechter Richtung in die Masse eindringen. — Wattebausch wieder aufsetzen, die Außenseite ansengen! . . Stichkultur. — Streng aërobe entwickeln sich trotzdem nur an der Oberfläche; die Tätigkeit der verflüssigenden Arten läßt sich, vornehmlich in der ersten Zeit, in derartigen Stichkulturen sehr gut beobachten. — Strichkulturen: Hierfür eignen sich vornehmlich schräg erstarrte Agar-Agar-, indessen auch ebensolche Gelatineröhrchen. Man zieht die Spitze der Nadel langsam, ohne einzustechen, über die Oberfläche hin. Röhrchen so legen, daß eine Verunreinigung durch Luftkeime vermieden wird!

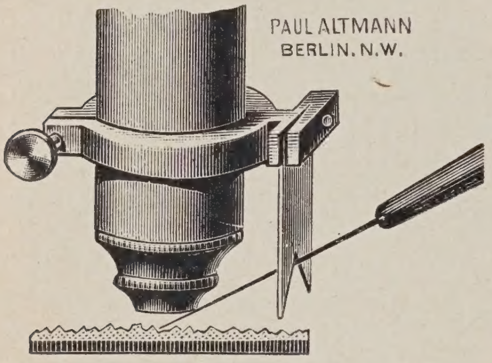


Fig. 188.
Bakterienharpune.
Nach Prausnitz.

[1]) Über die Handhabung des Mikroskopes speziell für die vorliegenden Untersuchungen vergl. außer Fr. Merkel, „D. Mikr. u. s. Anw.", München 1875, Wiesner, „Einleit. i. d. techn. Mikroskopie", O. Bachmann, „Uns. mod. Mikroskope", München 1884, Hager, „D. Mikr. u. s. Anw.", Berlin, u. a. m., besonders C. Fraenkel, Grundriß der Bakterienkunde", 3. Aufl., Berlin 1890, S. 41 ff.

Über die für die Unterscheidung der einzelnen Arten wichtigen Färbungsmethoden siehe Fraenkel a. a. O., Seite 60 ff.

Die Stoffwechselprodukte der Bakterien gewinnen wir mit Hilfe des in Figur 189 skizzierten Bakterienfilters, wobei die Bakterienleiber auf der harten Kerze aus gebrannter Kieselguhr zurückgehalten werden. Das Filtrat ist außer auf Enzyme (s. Green) besonders auf Toxine, Lysine (cyto-, plasmo-, haemolytische Fermente) usw. zu untersuchen.

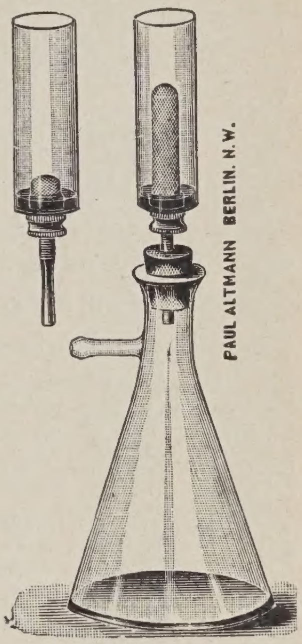


Fig. 189.
Bakterienfilter.

Die in der geschilderten Weise erhaltenen Reinkulturen machen wir zum Ausgangspunkte besonderer Untersuchungen, in denen wir die verschiedensten sterilisierten, teils flüssigen, teils festen Nährsubstrate: diverse Zuckerlösungen, Würze, Milch, Urin, Blutserum, Malzextraktlösungen, Traubenmost, Pflaumendekokt, Abkochungen von Pferde-, Kuhdünger, Hefe, Heu, Stroh usw., verwenden. Wegen der Einzelheiten verweise ich auf die sämtliche Angaben über Färbungsmethoden, Nährböden usw. enthaltenden bakteriologischen Hand- und Lehrbücher. Von diesen führe ich nachfolgend, von den kleineren bis zu den ausführlichen fortschreitend, eine Reihe an:

1. Abel, „Taschenbuch f. d. bakteriol. Praktikant.", Würzburg 1904.
2. Meyer, „Praktikum d. botan. Bakterienkunde", Jena 1903.
3. Fischer, „Vorlesungen über Bakterien", 2. Aufl., Jena 1904.
4. Emmerling, „Die Zersetzung stickstofffreier Substanzen durch Bakterien", Braunschweig 1902.
5. Klöcker, „D. Gärungsorganismen in der Theorie u. Praxis d. Alkoholgärung", Stuttgart 1900.
6. Fränkel, „Grundriß d. Bakterienkunde", 5. Aufl., Berlin 1907.
7. Migula, „System der Bakterien", Teil I, Jena 1897.
8. Günther, „Einführ. i. d. Studium d. Bakteriol.", Leipzig 1906.
9. Flügge, „Die Mikroorganismen", 2 Bde., Leipzig 1896.
10. Lafar, „Technische Mykologie".
11. Kolle-Wassermann, „Handb. d. pathogenen Mikroorganismen", 2 Bde., Jena 1901—1903.
12. Duclaux, „Traité de Microbiologie", 4 Bde., Paris 1898—1901.
13. Lustig, „Diagnostik der Bakterien d. Wassers".
14. Lehmanns „Med. Handatlanten", Bd. X, „Atlas und Grundriß d. Bakteriologie u. Lehrb. d. spez. bakteriol. Diagnostik", München 1899.

Auxanographische Methode nach Beijerinck. Von einer durch mehrtägiges Waschen mit Aqu. dest. von Salzen und löslichen Stoffen tunlichst befreiten Gelatine bereitet man eine 7prozentige Lösung unter Zugabe von 0,025 % Dinatriumphosphat und in dem einen Falle 1 % Glukose, im anderen 0,5 % Ammonsulfat. Beide Lösungen werden mit der Reinkultur des betreffenden Bazillus in

Millionen von Keimen geimpft und in Platten gegossen. — Die Glukoseplatte dient zur Eruierung der assimilierbaren Stickstoff-, die Ammonphosphatplatte zum Studium der aufnehmbaren Kohlenstoffverbindungen. Die zu untersuchenden Substanzen: ad I) Chlorammon, Ammonsulfat, -phosphat, -oxalat, -tartarat, -azetat, -zitrat, Nitrate, Nitrite, Pepton, Harnstoff, ad II) Glukose, Laevulose, Galaktose, Glyzerin, Maltose, Dextrose, Rohr-, Milchzucker, Mannit u. a. m., werden entweder gelöst oder als trockenes Pulver auf die Platten gelegt; sie diffundieren dann in kreisförmigen Feldern durch die Gelatine. Sind sie assimilierbar, so beginnen die Bakterien zu wuchern, Auxanogrammbildung. — Gelatinephosphatplatten ohne Beimengung von Glukose und Ammonsulfat werden in gleicher Weise mit diversen Stoffen beschickt; es zeigt sich dann, daß verschiedene: Asparagin, Ammonmalat, -azetat, als Stickstoff- und Kohlenstoffquellen zugleich wirken können. — Wichtig für die Diagnose vieler Bakterien ist die Weinsäure.

Säurebildende Bakterien lassen sich sehr gut mit Hilfe des Beijerinckschen Kreidenährbodens, bei welchem der Gelatine fein geschlämmte Kreide beigemengt wird, nachweisen. Da, wo in der Platten- oder Rollkultur ein völlig durchsichtiger, klarer Hof entsteht, sind säurebildende Organismen zur Entwickelung gelangt, unter deren Einfluß das Calciumkarbonat gelöst wurde.

Bei Anwendung einer Hefewasser-Glukosegelatine (20 g Hefe in 100 ccm Leitungswasser gekocht, 8 g Gelatine [oder 0,75 g Agar] und 5 bis 10 g Glukose) und beim Übergießen der Gelatineoberfläche mit einem durch einen Tropfen gärender Maische infizierten Wasser, läßt sich nach mehreren Tagen nach Lindner, a. a. O., Seite 267, etwa folgendes feststellen:

Der die Kolonien der Milchsäurebakterien umgebende klare Hof enthält milchsauren Kalk, welcher als lösliches Salz die Gelatine durchtränkt; die Hefekolonien erzeugen infolge der Ausscheidung von Bernsteinsäure einen kleinen, durchsichtigen Hof. Die Essigsäurebakterien bilden aus dem Zucker Glukonsäure, die ebenfalls ein lösliches Kalksalz liefert. Der Hof wächst im letzeren Falle aber rapide, wenn Hefekolonien, die Lieferanten von Alkohol für die Essigsäurebildung, in der Nähe sind. — Vertauscht man die Glukose mit anderen Zuckerarten: Milch-, Rohrzucker, Maltose, Lävulose, Mannit u. a. m., so kann man weitere Verschiedenheiten im Verhalten der einzelnen Bakterienarten ermitteln. Statt Kreide lassen sich noch andere kohlensaure Verbindungen, wie Strontium, Magnesium, und an Stelle der kohlen- auch phosphor- und kieselsaure Verbindungen benützen.

Einige wichtige Nährlösungen: Künstlicher, stickstofffreier Humus nach Berthelot:[1]) Je 500 g Rohrzucker werden mit 500 ccm Wasser und 125 ccm Salzsäure 6 bis 8 Stunden im Wasserbade erhitzt. Der entstandene braune, flockige Körper wird, nachdem er auf dem Filter bis zum Verschwinden der Chlorreaktion abgespritzt ist, im Trockenschrank 8 Stunden lang bei 120 °C getrocknet. — Für Nitrosomonas nach Winogradsky: 2 bis 2,5 g Ammoniumsulfat, 2 g Chlornatrium und genügende Mengen Magnesiumkarbonat pro 1 l Brunnenwasser. Für Azotobacter nach Beijerinck: 2 g Mannit, 0,02 g K_2HPO_4,

---

[1]) „Chimie végétale et agricole", Paris 1899, T. IV, v. a. Warmbold a. a. O., S. 49 u. bes. 50—56.

100 ccm Leitungswasser oder 2 g Mannit, 1,5 g Agar-Agar, 0,02 g K_2HPO_4, 100 ccm Leitungswasser oder 60 g Mannit, 15 g Agar-Agar, 0,2 g K_2HPO_4, 1000 ccm Leitungswasser. Die Kulturen müssen gelüftet werden, da Azotobacter stark aërobiotisch ist. Zu diesem Behuf wird die in sterile Erlenmeyer-Kölbchen gefüllte Nährlösung geimpft und das Kölbchen sofort durch einen doppelt durchbohrten, sterilen Gummistopfen fest abgeschlossen (Paraffin). Durch die Bohrung wird ein langes, steriles Glasrohr bis unmittelbar über den Flüssigkeitsspiegel geführt, während das in die andere Durchbohrung gesteckte nur wenig in das Innere des Kölbchens hineinragt. Beide sind durch mit Schwefelsäure gefüllte U-Röhrchen abgesperrt.[1]) Zur Durchlüftung dient die von Koch und Kossowitsch angegebene Einrichtung.[2])

Für denitrifizierende Bakterien nach Jensen.[3]) Pro 1 l Wasser: 2,0 g $NaNO_3$, 2,0 g $MgSO_4$, 2,0 g K_2HPO_4, 0,2 g CaCl, 5,0 g Zitronensäure (mit Soda neutralisiert), nach Baur[4]) (Bacterium antinoplecte): Teichwasser 100 ccm, Pepton 2 g, Calciumnitrit 0,15 g, Glyzerin oder Mannit oder Propylalkohol drei oder fünf Teile.

Viele von diesen Organismen gedeihen auf Bouillongelatine nur kümmerlich oder gar nicht, weswegen nach ihnen mit Hilfe dieser besonderen Nährböden gefahndet werden muß.

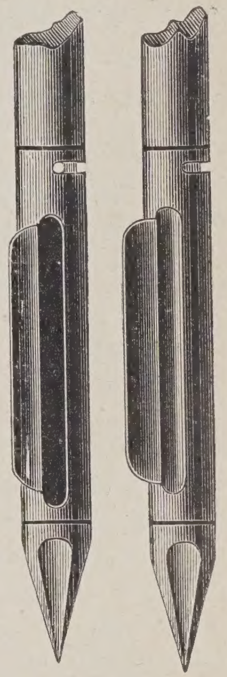


Fig. 190.
Erdbohrer.
Nach Fraenkel.

b) **Schlamm, Boden.** Dem Zweck der Probenahme dient im Acker, also auch dem gesömmerten Schlamm, sowie in flachen Gewässern der in Figur 190 dargestellte Erdbohrer nach C. Fraenkel; A zeigt das Instrument geöffnet, B geschlossen. Bei drehenden Bewegungen nach links bleibt der mit einer beweglichen Hülse versehene Ausschnitt verdeckt, bei solchen nach rechts wird er durch Verschiebung der Kapsel frei. So kann man den Bohrer in beliebiger Tiefe einstechen und ihn

1) H. Warmbold, „Unt. üb. d. Biol. stickstoffb. Bakt.“, Inaug.-Dissert., Merseburg 1905, S. 91.
2) Bot. Ztg. 1894, Abt. I, Heft 5, S. 102.
3) Kochs Jahresber., Bd. 8, S. 222.
4) K. Brandt, Beih. z. Bot. Centralbl., XVI, H. 3, S. 391.

gefüllt wieder nach oben bringen. Für tiefere Gewässer verwenden wir dagegen die Seite 590 genannten Schlammschöpfer. — Wie die Wasser- müssen auch die Schlammproben **tunlichst sofort** verarbeitet werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Bodenorganismen in künstlicher Kultur sehr rasch degenerieren, d. h. eine starke Abschwächung ihrer charakteristischen physiologischen Eigenschaften erleiden (Warmbold). Als Impfmaterial für die Plattenkulturen benützt man nach demselben Autor Aufschwemmungen, d. h. man schüttet geringe Mengen des betreffenden Bodens in einen Kolben mit sterilem Wasser, schüttelt so lange um, bis derselbe vollkommen gleichmäßig verteilt ist und entnimmt mit einer sterilen Pipette 1 bis 0,5 ccm der Aufschwemmung für die Impfung eines jeden Gefäßes. Auch hier werden, wie beim Wasser, Doppelproben angesetzt. Das weitere Verfahren ist dasselbe.

C. Kultur der anaëroben Arten.

In den oberen Schichten werden wir selbst in stark organisch angereicherten Gewässern nur selten und mehr zufällig anaërobiotische Organismen finden, desto zahlreicher sind dieselben aber in den unteren Partien, insbesondere dem Schlamme, namentlich dann vorhanden, wenn die als Sauerstoffproduzenten wichtigen höheren Vegetabilien entweder fehlen oder, wie das im Winter unter dem Eise der Fall zu sein pflegt, absterbend und faulend die negative Bilanz vergrößern. Fundstätten für die in Rede stehenden Gruppen sind ferner schlecht ventilierte Futterplätze, Kotfladen, die Einflüsse von Kloaken, Düngerstätten, muddige Haufen u. a. m.

Die Beziehungen der verschiedenen Bakterien zu dem Sauerstoff lassen sich bequem aus den sogen. Atmungsfiguren erkennen. Diese von Beijerinck angegebene Methode besteht darin, daß man einen mit reichlicher Bakterienimpfung versehenen Tropfen einer flüssigen Nährlösung zwischen Objektträger und Deckglas bringt und, damit die Flüssigkeitsschicht nicht zu dünn wird, das letztere mit Hilfe eines kleinen Stückchens Platindraht etwas anhebt. Je nachdem die betreffende Bakterie aërob oder sauerstoffscheu ist, werden sich ihre Zellen in dichteren Haufen nahe am Rande oder mehr in der Mitte des Tropfens ansammeln.

Züchtung: Für die Impfungen an Ort und Stelle eignen sich besonders die von Liborius ausgebildeten Methoden der Kultur in hohen Schichten unter Benutzung der im vorauf-

stehenden erwähnten, mit 1 bis 2 % Traubenzucker oder 0,5 % ameisensaurem Natron oder 0,1 % Resorzin u. dergl. m. versetzten festen Nährböden. Derartige Kulturen besitzen vor allen anderen den Vorzug, daß man in ihnen die in mehr als einer Beziehung wichtigen, fakultativ aëroben neben den ausgesprochen sauerstoffeindlichen insofern zur Entwickelung zu bringen vermag, als die ersteren in den oberen, der Luft in einem gewissen Grade immer noch zugänglichen Schichten gedeihen, während die Entwickelung der anderen auf die untersten Partien beschränkt ist. So erhält man im engsten Raume namentlich dann Aufschluß über die Abstufungen des Sauerstoffbedürfnisses, wenn man die Proben doppelt ansetzt, für die eine Partie das in Figur 191 skizzierte, mit Pyrogallol als Absorptionsflüssigkeit (in der Außenröhre) beschickte, von Buchner angegebene Kulturgefäß, für die andere ein, wie gewöhnlich, durch einen angesengten Wattebausch verschlossenes Reagenzglas benützt.

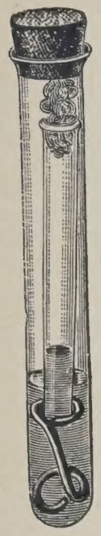


Fig. 191.
Anaërobengefäß.
Nach Buchner.

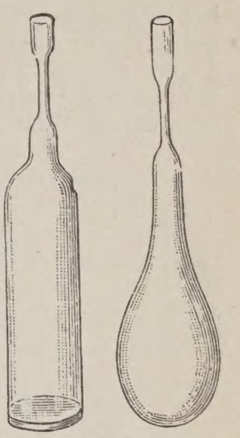


Fig. 192.
Kölbchen.
Nach Fitz.

Zu empfehlen sind für diese Zwecke ferner die in Figur 192 dargestellten abschmelzbaren Röhrchen von Fitz und überall dort, wo man über eine Luftpumpe bezw. ein kräftig saugendes Wasserstrahlgebläse verfügt, das Modell von Gruber, dessen Hals nach vollendeter Evakuation ebenfalls abgeschmolzen wird. (Fig. 193.)

Für die hier in Rede stehenden Kulturen wird das in einer etwa 15 bis 20 cm hohen Schicht im Reagenzglase befindliche Substrat, Bouillongelatine oder Agar, zunächst durch Auskochen tunlichst von Sauerstoff befreit, dann rasch auf etwa 40 ° C abgekühlt und geimpft. Nachdem die Impfmasse recht gleichmäßig verteilt ist, impft man von dem ersten Röhrchen gleich ein zweites, von diesem wieder ein drittes usw. ab, läßt rasch in Eiswasser erstarren und schmilzt ev. den Hals dicht.

Fig. 193.
Anaërobenrohr.
Nach Gruber.

Das Gießen der Platten findet in der auf Seite 631 geschilderten Weise statt. Zur weiteren Kultur derselben dient der in Figur 194 dargestellte Anaërobenapparat nach R. J. Petri (Centralbl. f. Bakt. u. Paras. 1900).

Unter einer auf eine plangeschliffene Glasplatte genau aufgepaßten Glocke befindet sich ein Gestell mit einem verschiedene Ausschnitte tragenden Porzellangefäß a. In dieses letztere gibt man Kalilauge, die Ausschnitte belegt man dagegen mit in Pyrogallol getränktem Reagenzpapier. Für die Aufnahme der Kulturen selbst benützt man die in Figur 180 wiedergegebene Form der Petrischalen aus licht-undurchlässigem Glase. — Die Anaërobiose wird durch Einleiten von Wasserstoff erzielt. Denselben bereiten wir in dem Kippschen Apparat aus Zink und Schwefelsäure und leiten ihn vor der Benutzung, um etwaige Verunreinigungen von Schwefelwasser- oder Sauerstoff zu entfernen, durch zwei Waschflaschen (Fig. 86), deren eine mit alkalischer Bleilösung, deren andere mit alkalischem Pyrogallol gefüllt ist. Zur Kontrolle der Verdrängung der Luft durch den eingeleiteten Wasserstoff dient das Porzellangefäß a. Durch eine kleine Neigung des ganzen Apparates läßt man nämlich die Kalilauge auf einen der Pyrogallolstreifen fließen. Ist im Innenraum der Glocke noch Luft, d. h. Sauerstoff, vorhanden, so bräunt sich das letztere.

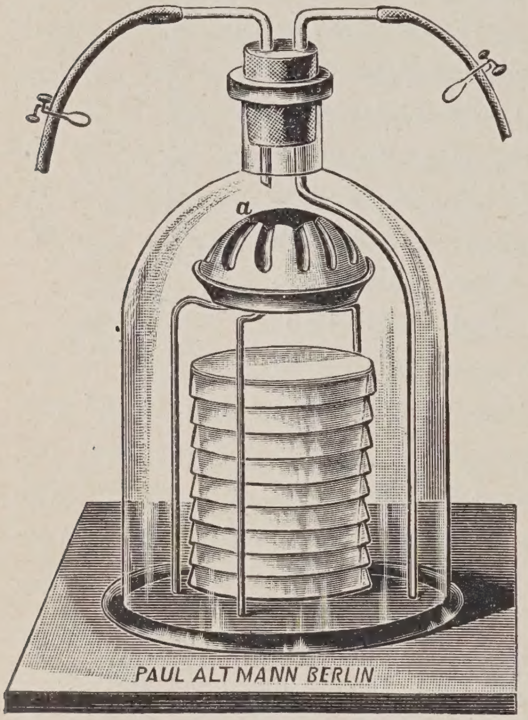


Fig. 194.
Neuer Anaërobenapparat.
Nach Petri.

Die Herstellung von Reinkulturen geschieht, wie bei den aëroben, mittels der Stichkultur in Gruberschen oder Petri-Maaßenschen Röhren. — Zur Prüfung der Tätigkeit und der Stoffwechselprodukte der so rein gewonnenen Anaëroben dienen in erster Linie die von Hueppe für diesen Zweck vorgeschlagenen rohen, frischen Hühnereier. Nachdem die Schale derselben durch Abwaschen mit keimfreiem Wasser, Alkohol und Sublimat gereinigt und sterilisiert ist, trocknet man die Oberfläche mit sterilisierter Watte, durchsticht die Spitze mit der ausgeglühten Nadel und führt die Aussaat recht tief ein. Die Öffnung wird durch Kollodium und steriles Fließpapier verschlossen. — Die Buttersäuregärer werden in folgenden Nährlösungen weitergezüchtet: Granulobacter: Aqu. dest. 100, Glukose 5, fein gemahlenes Fibrin 5; Clostridium: Aqu. dest. 100, Rohrzucker 5, Fibrin 5, präzipitiertes Calciumkarbonat 3,

Natriumphosphat, Magnesiumsulfat und Chlorkali je 0,05 $^0/_0$. — Pektin- bzw. Zellulosevergärer bringen wir mit gut gekochten Pflanzensamen in Berührung, wobei wir die Vorgänge ev. sehr gut unter dem Mikroskop in Objektträgern mit eingeschliffener Vertiefung verfolgen können, u. a. m. Auch bei der Weiterzucht stellen wir die Kölbchen zweckmäßig in eine Wasserstoffatmosphäre.

III. Hefe- oder Sproßpilze.

Dieselben gedeihen im allgemeinen auf denselben Nährböden wie die Bakterien, wo sie auch in ähnlicher Weise kultiviert werden. Wegen der Einzelheiten verweise ich auf Jörgensen, „Mikroorganismen der Gärungsindustrie“, 4. Aufl., Berlin 1898, besonders aber Paul Lindner, „Mikroskopische Betriebskontrolle in den Gärungsgewerben“, 4. Aufl., Berlin 1905. Der dieses ausgezeichnete Werk ergänzende „Atlas der mikroskopischen Grundlagen der Gärungskunde“, Berlin 1903, kann nur wärmstens empfohlen werden.

IV. Schimmel- oder Fadenpilze.

Auch die Züchtung dieser Gruppe geht durchaus in der bei den Bakterien geschilderten Weise vor sich. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß dieselben besser auf sauren Nährböden, saurer Gelatine usw. gedeihen. Ein besonders günstiges Feld für ihre Entwickelung ist sterilisierter Brotbrei, daneben kommen noch Kartoffelscheiben, Reisbrei, Gersten-, Malzkörner, Würzegelatine, diverse Zuckerlösungen mit verschiedenen Nährsalzen und Stickstoffkörpern (Amiden, Peptonen, Ammonsalzen) in Betracht. Anleitung zu derartigen Kulturversuchen sind enthalten in Wehmer, „Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze“, Jena 1895, auch in R. Thiele, „Die Temperaturgrenzen der Schimmelpilze in verschiedenen Nährlösungen“, Inaug.-Diss., Leipzig 1896. — Wichtig wären planmäßige Versuche mit den aus Zuckerarten Zitronen- bzw. Oxalsäure u. a. m. bildenden Organismen und deren Einfluß auf die Lösung der Karbonate, Phosphate usw.

Autoren- und Sachverzeichnis.

(Die Ziffern geben die Seiten, die in [ ] gesetzten die Nummern der Figuren an.)

A.

Abel 635.
Abschwemmungen, quantitativer Nachweis 589, Verluste durch 380, 381, 391, Vorschläge z. Verminderung 393.
Absorptionskoëffizienten d. Bodennährstoffe, Bestimm. 400—404, v. d. bonitiert. Klass. unabhängig. 403, d. Gase i. Wass. 142, 143; -vermög. d. Bod. f. Nährst. 382, 400—404, d. Humussäur. aufgeh. 383, 384.
Abwässer, Brennerei 249, als Düngemitt. 351, Gerüche lock. Ins. an 277, Holzschleifereien 269, Kohlgrub. 271, 272, Quarzkörn. 270, Wollwäsch. 250, Zuckerfabrik. 262, 263; -pilze 247, 266, 270.
Agassiz 522.
Albers 453.
Alexine 68, 126, 611.
Algen u. Bakterien, Wechselbez. u. Gegens. 246, Indikat. d. Düngerbed. 283, Prod. v. diff. Licht 38, 57, 283, Tätigkeit 40, b. d. Selbstrein. 71, 237, Verschlämm. 270, Zusammens. 284.
Alkali, Abgabe d. Glas an Wasser 280.
Alkohol 355; -bildung 611.
Allihn 518, 546—549 [143].
Altmann 16, 280, 590 [156].
Amberg 410.
Ammon 170, 179, 342, 343.
Ammoniak, Bestimmung i. Wass., qual. 108, quant. 169, 170, humussaur. Schädlichk. 256, Kondensationsv. d. Bodenkonst. f. 170, 342, 402; Nitrif. d. Bakt. 27, 38, 110, 344—348, 371, Eisenoxydhydrat 38, 110, 165, 225, 343, Elektrizität 39, 88, 161; verflücht. s. b. stark. Kalkzufuhr 366.
Appetitanregende Mittel 438.
Apstein, C., 5, 12, 40, 55, 151, 207, 209, 214, 231 [59—61], 281, 282, 378, 384, 387, 388, 390, 449, 450, 451, 462, 465, 467 [103 bis 105], 488, 506 [120—125], 555, 569, 594, 597, 599, 604.
Areboë 330, 416.
Arens 205, 480, 481, 485, 567, 608.
Arnold 43, 212, 282, 475, 569, 582.
Arsen, Einfl. a. Färb. d. Fischfleisch. 205.
Aschan 239.
Aschoff 611.
Aso 206.
Asper 590, 601.
Aspergillusart. a. Mittel z. Vorverdauung 612.
Atwater 464.
Aufrühren d. Wassersäule, Wert d. 6, 43, 81, 149, 227, 303, 307, 313, 388, 389, 574, 615, 617.
Aufwuchs 47, 212.

Ausnützungskoëffizienten d. Futtermittel, Erhöh. d. Hilfsfermente 355, 359, 360, d. Kalkes d. Tiere 433, d. Mineralstoffe d. d. Fische unbekannt 487, d. Naturnahrung 376, abhäng. v. Rasse usw. 385, 455, 459, 471, größ. b. Düng. od. Fütt.? 473, d. Nährstoffe i. gedüngt. Bod. 294, 295, ungedüngt. 295, d. d. Plankton 6, 41, 97, 337, 389, 473, vermind. d. Chlornatrium 444, 485, Kohlensäure 154, and. Säuren 355, 613.

B.

Bachmann 634.

Bazillarien 247, überwieg. i. kalt. Gew. 319, 461.

Bakterien: aërobe, anaërobe, Kampf ums Dasein 36, 93, 111, 148, 150, 151, 155, 227, 236, 238, 248, 266, 310, 325, 418, 575, 609, 610, 614, 615, 619, 624, Aërobie d. Kalk herabgesetzt 164, 193, Aërobenkultur 625—632, 634, 635, Anaërobenkultur638—641, Atmungsfig. 638, Algen u. Bakterien 246, Alkaligehalt beg. Wuch. 310, 364, 612, 623, Alinit 38, 165, 237, Ammoniakbild. 109, 366, Analyse, bakt. 357, 618, Auxanogr. Meth. 635, 636, im Bod. Jed. Bod. hat typ. Flora 418, Mischkulturen 238, 277, Reinkult. 238, 637, Kräft. d. Kalk 38, 40, 109, 114, 123, 124, 178, 188, 192, 241, 245, 364, 420, 514, Sömmerung 418, Lös. v. Kalk 193, 276, Mineralien 26, 193, 276, 326, Phosphors. 210, Silikat. 231, Schädigung d. Chloride 214, Fett-, Gerb-, Humus- etc. Säuren 161, 192, Temperaturoptimum 40, 165, 372, 609, 624, Trockenh. Einfl. a. Wuch. 150, 624, i. Darmtrakt. d. Tiere 37, 42, 114, 123, 355, 356, 358, 609, 613, 614, 615, a. Futt. d. Höh. 47, 616, Wuch. d. Salizyl geh. 357, denitrifizier. 11, 39, 40, 111, 115, 123, 136, 137, 153, 165, 226, 227, 236, 237, 253, 254, 296, 341, 342, 377, 389, 390, 618, 619, Nährlös. 637, Pentosane a. Nährm. 59, Einteilung d. Bakt. 620—622, Eisenbakt. 61, 224, 248, Flachsröte 67, 114, 249, 266, 268, Fäulnis 60, 61, 69, 109, 111 bis 115, 162, 227, 248, 325, 357, 481, 610, 613—615, b. d. Lösung der Futtermittel 513, 514, Prüf. auf 496, Leguminosen 36, 41, 176 bis 178, 373, Nitragin 42, 178, 237, 373, nitrifizierende 26, 153, 164, 172, 173, 192, 226, 227, 236, 238, 245, 278, 341, 364, 370, 371, 372, 420, 637, Durchlüftungsapparat 637, Kohlenstoffquelle 27, 153, 164, 165, könn. gel. org. Subst. n. vertr. 165, Abhängigk. v. Nährm. 610, 623, 635, 636, pathogene 263, 355, 356, 358, 575, 614, Seitenkettentheorie 126, 611, Vernicht. d. Flagellat., 616, Wanderung ders. 37, 126, 127, 148, säurebildende 612, 613, Nachw. 636, Schwefelwasserstoff 60, 61, 112, 113, 227, 248, 249, 262, 266, 366, 610, Sulfidb. (Spirill. desulfuric.) 113, 227, 248, 262, 263, 271, 272, 366, 377, 610, Stoffwechselpr. 109, 248, 277, 355, 356, 358, 612 bis 615, 624, 633, Unters. d. 633—635, Toxine 68, 148, 248, 263, 350, 355, 357, 364—366, 497, 498, 610, 611, 613, 614, 624, Verbr. von Bakt. d. Grundw. 36, Wind 22, Vermehrung u. Fortpfl. 622, 623, Wasserprob., App. z. Entn. 602, 603 [160—163], Zählung 632, 633, d. Zellulosegär. 114, 266, 268, 311, 355, Nährlös. 641. Azotobacter 636, Clostridium 27, 153, 238, 640, Granulobacter 640, B. nitrosomonas 636, termo 355, 614, typhi murium 618.

Baessler 322, 330.
Ballo 25.
Bang 617.
Barral 21.
Bary, de, 620.
Bastarde d. Cypriniden 574.
Baumert 477.
Baumgardt 194.
Baur 11, 39, 165, 252, 341, 389, 390, 637.
Becker 89, 224, 248, 274, 287, 300, 303, 329, 344, 348, 349, 352, 367, 416.
Beckmann 508.
Behrens 26, 27, 67, 266.
Beijerinck 40, 41, 42, 61, 113, 177, 228, 238, 248, 272, 623, 635, 636, 638.
Belluci 170.
Bemmelen, v., 33, 61, 382, 393, 401.
Benecke 11, 38, 172, 574; B., 175, 224, 260, 341, 418, 463.
Berg 155.
Bernard 521.
Bert 214, 215.
Berthelot 39, 41, 164, 254, 636.
Berzelius 256.
Beschattung, Wichtigkeit 33, 38, 57, 92, 95, 253, 284.
Bewirtschaftung d. Seen 454—458.
Bie 617.
Biedermann 9, 51, 212, 300, 532.
Bieler 165, 329, 333, 400, 406, 407, 434, 435, 436, 445, 515, 535, 542, 551.
Bilanz d. Wassers 44, 254, 333, 378—395.
Billitzer 351.
Biologische Analyse nicht verschm. Gewässer 12, 273, 274, 307, b. Fischaufständ. 366; Charakt. ein. Sees, Veränd. u. Einfl. d. Flora 575, 576; Reinigungsverf. 74, 243—246, n. Dunbar 234, Hofer 80, Jaffé 80, 250, 594, Oesten 81, 250, 608, mitt. Wasserpest 213.
Birnbaum 556.
Bischoff 477.
Blackford 48.
Bleeker 522.
Blochmann 604.
Blume 176, 323.
Blutauffrischungen 386, 454, 455, -fäule 263, 485, -futterm. 206, 263, 485, 497, -krankheit. 55, 126, 127, 356, 619; norm., anorm. 611, 620, Seitenkettentheor. 611; Zers. d. Schimmelp. 102, 612, 619, 620.
Bobierre 21.
Bobowski, v., 246.
Bock 142, 143.
Boden, Absorpt. von Nährst. 383, Bestimm. d. Absorptionsv. 400, Absorptionskoëffizienten 400 bis 404, Ammoniak, Best. 410, Ans. v. Humus 420, Aufnahm. d. d. Fische 354, bakt. abnorm. 360, 383, Bearbeitung 44, 45, 50, 93, 115, 175, 245, 291, 292, 298, 313, 323, 324, 326, 327, 330, 338, 342, 352, 376, 388, 389, 393, 419, 618, Chlornatr. Bestimm. 443; Bodendecke in Moorteich. 374—376; Denitrifikationsgef. 333, Düngerbedürfnis, Erm. 404—406, Durchlässigk. 22, Eindring. d. auff. Tropfens 23, Eisenoxyd, Best. 440 und Tonerde 421, 422, Eisenoxydul 439, 440; -flüssigkeit, Steighöhe 28, -gare 23, 38, 91, 97, 277, 325, 331, 343, 344, 349, -gase, Zus. 167, Heide 376, 377, 393 bis 395; Humifiz. d. org. S. 313, 388, Humus, Best. 412—415, -säuren, Best. 420, 421; Hygiene d. Bod. 3, 481, Kali, Best. 444, 445, Kalk, Best. 421, 422, kohlens. K., Best. 426—429, Wirk. i. Bod. 366, 367, Kieselsäure, Best. 412, Kolloidsubstanz. 33, 393, -konstituent., Kondensationsv. f. Ammoniak 170, 342, für elem. Stickstoff 175, 343, Krümelstruktur 291, 327, 328, 343, 376, Magnesia, Best. 434, Mergel, Best. 429—432, -mischungen 334,

335, 374—376, 418; org. Subst., Best. 410—412, Produkt. 275, 279, 322, 333, 382, 417, 418, 451, Umsetz. ders. 38, 40, 69, 240, 309, 313, 388—390, 616, Zersetz. (Fäulnis) 60, 164, 309, 355, 616, Zuf. ders. 52, 92, 173, 239; Phosphors., Best. 435, Probenahme 395—399, Raubbau 419, Reaktion, Prüf. a. 396, Salpetersäure, Best. 410, Sand 411, Schwefel 440, 441, Schwefelsäure 441—443, Sickerwassermengen, Best. 405, 406, Stickstoff, Best. 407—410, Ton 412, Wassergeh. 406, 407, Zusammens. 354, 362, 363, 393.
Boeck 96, 244.
Boeckmann 259, 515.
Boelsche 168.
Boernstein, 29, 134, 136—143.
Boettcher 369.
Bohr 142, 143.
Bokorny 4, 40, 71, 194, 468.
Bolton 628.
Bonaparte 559.
Bonitierung, von Bächen 567, 568, Bedeut. d. Wort. 555, d. Bod. n. Knop 400, 401, -method. i. d. Landw. 555, 556, Unzulängl. d. bish. 556, Vorschläg. v. Mitscherlich 557; n. d. Exterieur d. Fische 558, 559, 561, 562, Flüssen 568—573, Forellengew. 567, dem Kalkgehalt 560, Leitfischen 560, Leitpflanz. 557, Seen 573—576, Statistik 560, Teiche 578—581, Tümpel 576, 577, ältere v. Wasserfl. 558—561; -verfahren v. Walter 4, 555, 594, 595, n. Zuntz 95, 272—290, 302, 314, 315, 389, 405, 555, 595, 615.
Bonne 66, 149, 150, 242, 370.
Bonnema 38, 61, 165, 225.
Borcherding 189, 257.
Bouilhag 94, 178.
Bourquelot 529.
Boussingault 358, 372.
Brache 11, 45, 98, 327—330, 333, 418, 419, Gleichmäß. d. Erträge 333, Unters. üb. 331, 332.
Brandt, K., 4, 5, 8, 11, 26, 39, 40, 41, 42, 44, 47, 52, 55, 76, 86, 92, 97, 123, 151, 165, 169 [28, 29], 170, 193, 207, 214, 229, 230 [55], 231, 236, 250, 252, 253, 254, 262, 312, 378, 389, 450, 451, 453, 464, 465, 466, 467, 473, 488, 505, 508, 569, 593, 603, 618, 637.
Braun, 485.
Braungardt 556, 557, 558.
Braunsteintrübe 225.
Breckwoldt 150, 242, 457.
Brehm 260, 354, 477.
Bretschneider 170.
Brieger 610.
Broussonet 58.
Brühl 324, 478.
Bruyant 254.
Buchenau 269, 507.
Buchner, E., 109, 624; H., 14, 38, 639 [191].
Bürette, Korrekt. f. Ables. a. 105, 106.
Bunsen 136, 141—144, 413 [88], 439.
Burda, V. 13, 176, 209, 212, 270, 299, 324, 327, 341, 368, 420, 478, 560, 563.
Buscaglioni 620.
Buttersäure 267, 355.

C.

Carius 136, 141, 170.
Caro 429, 496.
Carolath, G. Pr. zu, 404.
Caron 11, 38, 45, 165, 329, 419.
Caspari 191.
Castle 305.
Chemie, Grenz. ihr. Leistungsfäh. 272, 273, 299—301, Wert ders. 12, 468, 469, für Moorw. 364.
China, Bezug stets frisch. Besatzmat. a. Flüss. 9, 481, 615, Erträge v. Teich. 1, 2, 456, Fischfuttermittel 50, 51, 358, Impf. d. Wass. 38, 92, 93, 176, 241, 264, 316, 358,

617, Pflügen d. Wass. 44, 115, 241, 242, 308, 309 [64], Umsetzungsverf. d. Schwimmvögel 49, 50, 209, 244, 250, 279, 293, 307, 324, 352, 495, Reiskultur 255, 337, 339, 340, Wertschätz. d. Chlornatr. 215.
Chlor, Bestimm. i. Bod. 443, i. Wass., qual. 213, quantit. 213, 214, Chlorkali 217, Perchlorat, Schädl. 274, 286, Chlornatr., Schädl. f. Veget. 52.
Chlorophyceen, Überwieg. i. warm. Gewässern 319, 461.
Cieslar 294.
Classen 461.
Clessin 189, 432.
Coester 59. 331.
Cohn, L., 282, 387, 450, 590 [155], 592, 597, 604, 605; — Lassar 508.
Colerus 175.
Corchus 273, 453.
Credner 24.
Cronheim, W., 1, 2, 66, 69, 72, 82, 127, 154, 185, 263, 299, 341, 378, 391, 438, 443, 451, 459, 464, 468, 469, 471, 483, 553, 569, 584, 593, 601, 603.
Cyanophyceen 42, 247.

D.

Dafert 25, 27, 52, 167, 191, 224, 260, 306, 556, 558.
Danner 464.
Darmkanal d. Fische, Länge dess. 477, Einfl. a. Ernähr. 476, Fermentprod. 520, 521, 609, 610, d. einz. Abschn. 531, Wucherst. v. Bakt. 37. 42, 114, 123, 355, 356, 358, 602, 610, 613—616.
Darwin 23, 73, 458.
Davenport 305.
Debes 40, 71.
Debschitz, H. v., 374, 473, 484, 608.
Degeneration u. Bastardbildung 574, fettige d. Muskelgeweb. 126, 127, 611, 618, Futterausnütz. d. degen. Tiere 385, 386, 459, 473, Nahr. ders. 583, Theorien 9, 43, 128, 205, 356, 357, 457, 481, 537, 573, 574, 613—615.
Dehérain 31, 94, 178.
Dehlinger 416.
Demoussy 94, 178.
Desinfektionsstoffe 67, 90, 358, 570, Kalk u. Kali a. 193, 218.
Despretz 58.
Deswarte 249, 269.
Detmer 170.
Detritus, Humifiz. 388, a. Nahr. d. Plankt. 42, 250, 251, 465, Verarbeit. d. Grundflora u. -fauna 310.
Diatomeen 41, 205, als Nahr. 465, -schlamm 317, Wucherung abh. v. Kieselsäuregeh. d. W. 41, 229—231.
Dietrich 26.
Djemil 296.
Dittmar 142, 143.
Dobeneck, v., 402.
Dombrowski, E. R. v., 260, 386, 438, 457, 478, 486.
Dorfteich 6, 10, 41, 61, 83—98, 165, 218, 226, 240, 243, 264, 349, 378, 393, 417, 462, 463, 609, 613, 616.
Drainage, Wichtigkeit 25, 44, 324, 374, Zusammens. v. Drainwäss. 25, 31.
Drehkrankh. d. Salmoniden 109, 127.
Dreissena 47, 388.
Dröscher, W., 239, 255, 340, 341, 355, 472, 478, 577.
Droop 331.
Dubisch 3, 10, 212, 293, 323, 327, 329, 341, 391, 393, 418, 419, 420, 455, 481, 558, 568, 584, 615, pro et contra d. System 419.
Dubois 191; — Reymond 126.
Dubravius 258.
Duclaux 620, 635.
Düngung d. Bod. i. Teich. 348, 416, Ermittel. d. Bed. 404—406, im

Wass. nach Zuntz 285—289, Einfl. a. d. Zusammens. d. Organ. 284, 296—298, 463, 468, Fadenalg. a. Indik. d. Bed. 283, und Fütt. 484, 608, Gründüngung 48, 176, 286, 319, 321, 322, 329, 349, 371, 373, 419, d. Nichtleguminos. 333, 334, Impferde 168, 236, 245, 311, 329, 358, 359, 376, 377, 527, d. Moorböd. 367, Minimum, Ges. v. 41, 281, 325, 462, 463, muß d. Temp. u. Selbstreinigkr. d. Wass. ang. s. 281, 283, 463, Wasserd. 273, 281, Vorratsd. 437; -mittel in Ägypten 65, müss. gelöst sein 209, 281, 283, 289, 291, 350, 404, Bestimmung d. leicht lösl. Phosphors. i. Präzipit. 436, d. zitratl. in Präz. 437, Thomasmehl 436; oberird. Pflanzenm. 322, f. Reis 65, Seen 353, stickstoffh. 173, 176, Tiefstalld. 95, Verbr. d. Landw. a. Kunstdünger 420, Wurzelrückst. 321, s. a. Mist, Naturnahrung.
Dürigen 354.
Dunbar 74, 149, 242.
Duterchet 58, 154.

E.

Eben-Bauditten 279.
Ebermeyer 244.
Ebert 297.
Eckstein 272, 577.
Effront 529, 624.
Egger 24.
Ehrenberg 44, 357, 556.
Ehrlich 126, 611.
Eichholtz 556.
Eichhorn 402.
Eigenwärme d. Fische 58, Pflanzen 58.
Eisen-Bakterien 61, 224, Bestimmung i. Wasser 221—224, Einfluß a. d. Färb. d. Fische 225, -hydrat. Schädl. 225, -oxyd, Best. i. Bod. 421, 440, Oxydierbark. 155, 156, 224, -oxydhydrat 38, 61, 110, 165, 225, 343, -oxydul 227, 270, 364, 370, 393, 395, Best. i. Bod. 439, 440, Eis. u. Phosphors. 225, 369, 370, 437, Reduktion ders. 224, 366, 377, Schwefeleis. 364, 377.
Eisbein 330, 385, 416, 477, 484.
Eiweiß, -fäulnis 269, 618, -verbind., Best. ders. i. Wass. 264, Best. i. Nahr. 510—512, Reineiweiß n. Stutzer 514—516, n. Lindner u. Weißbein 516, 517, verdaulich. 517—524.
Elektrizität, Einfl. a. Nitrifikation 39, 88, 161, 162, 254, u. Fischsterb. 155.
Emich 88, 168.
Emmerich 616.
Emmerling 294, 299, 369, 403, 495, 496, 556; — 612, 635.
Engelmann 165.
Erhaltungsfutter 379, 459.
Ernte a. Fischfl., welch. Nährstoffm. entz. Gew.? 378, Verhältnis zwischen Fang u. Bestand 387.
Eschenhagen 280.
Eser 394.
Esmarch, v., 627, 631, 632.
Euler, v., 155.
Exosmose 215.
Eyferth 604.

F.

Faber 485.
Fäkalien, Behandl. ders. i. China, Japan 348, Beseitigung d. Grundfaun. 72 ff., 243, Planktonten 250, Schnecken 9, 47, als Fischfutter 358, 616, Zusammens. 90; -geschmack d. Fische 76.
Falck 357, 614.
Fallon 556.
Farbe d. Bod., Einfl. a. Erwärmbark. 373, der Fische, Einfl. v. Eisensalz. 225, Gerbsäur. 261, d. Fleisch. d. Fische, Einfl. v. Arsen 205, Phosphorsäure 205, Wertsch. d. Fleischfarb. 464; d. Wassers, Bestimm., („Sichttiefe“) 589.

Fäulnis 60, 61, 69, 109, 111—115, 162, 227, 248, 325, 357, 481, 610, 613—615, d. Eiweiß. 269, 618, d. Kartoff. 486, d. organ. Subst. i. Bod. 60, 164, 309, 355, 616, Schwefelwasserst. 60, 61, 111 bis 113, 227, 248, 249, 366, Sulfidbild. 227, 262, 263, 610; -kraft d. Bod. 3, 44, 242, 243, 355—357, 416, 444, 570, 607, 615.
Fatio 474.
Fedde 255.
Feddersen 205.
Fehling 527, 542, 544, 545, 546.
Feizel 39, 165, 252, 389.
Fermente d. Cypriniden 517—528, diastat. i. Pflanzenr. 527, Galle, Einfl. a. d. Wirks. d. 521, fettspaltende, Intens. d. Wirk. 526 bis 528, i. Pflanzenr. usw. 528, Lös. v. Mineralstoff. 530; d. Naturnahr. 476; Optimum, ihr. Wirkung. 518, 521, 526, i. gek. Pflanz. 438, 477, -produkt. abh. v. Fütterung 609, 610, b. versch. Rassen 355, 477; proteolyt. i. Pflanzenr. 526, 527, Urease 109, Wechselbez. zw. d. d. Warmblüt. u. Wechselwarmen 485, 486, Zuführ. b. künstl. Fütterung 484, 513, 609; -erde 81, 89, 174, 175, 209, 513, 617.
Fermi 620.
Fett, Ansatz und Bildung 479, 537, Bildung a. Kohlehydraten 378, 386, 480, Beseitigung in Effluvien 192, Bestimm. in Futterm., Nahrung 532—535 (Hehnersche Zahl 536, Jodzahl 536—539, Reichard-Meißlsche Z. 536, Verseifz. 536), d. Genitalien 537, Herk. ders. 378, Leichenfett 537, Stapelung f. Winterv. 391, 470, 480, 481, Verdaulichkeit 174, 175, 355, 477, 517, Fettsäuren, freie 66, 191, 192, 260, 267, 309, 355, 477, 535, Bestimm. ders. 535, Einfl. a. Geschmack u. Haltbarkeit d. Fleisch. 537, Schädig. d. Nitrifikat. 41, 191, 369, Verd. b. Cyprinid. 174, 175, 355, 477, 517, 612, Zellulosegärung 114, 191.
Fibich 55, 58.
Fickert 476.
Fische, Darmlänge ders. 477, Geschlecht. num. Verhältn. 481, 482, Kennzeich. ders. 482, Hungerformen 561, 562 [149, 150], Kauapparat 474, 476, Kiemenfilter 475, Stellung d. Maules abh. v. Ernähr. 476, spez. Gew. d. Fleisch., Fett., Skelett., Appar. z. Best. 552—554 [144]; -aufstand, Anzeichen 366, Urs. ders. 111, 149, 323, 366, 617, 618; Fischfuttermittel, Beeintr. d. Effekt. d. Chlornatrium 485, Kohlensäure 154, and. Säuren 355, 613; Blutkuchen 263, 485, 497, Blutmehl 485, für Brut 206, d. Chines. 50, 51, 358, Fischbreie 498, Fischmehl 484, 485, Giftpilze 486, Hungerperiod. b. d. Jap. 481, 485, Kadavermehl 485, Kastanien 486, Kleie 484, Lagerung ders. 495, Lupine 482—484, Madenfütterung 486, Mineralstoffe 57, 463, 486, 487, Probenahme 495, Prüf. a. Qual. n. Emmerling 495, 496, Rentabilit. d. Fütterung erh. d. Düngung 608, Naturnahr. 484, Schädlichk. eins. zusammenges. 481, Verd. Erhöh. d. Bakt. u. Ferm. 124, 358, Hefen 355, Lehm 359, Sauerteig 355; Verfälschungen 497, Verteil. i. d. Saison 480, Verunreinig. 496, 497, s. a. Nahrung.
Fischer, F., Göttingen 21, 25, 40, 71, 83, 214, 215, 217, 226, 227, 234, 240, 249, 254, 257, 266, 269, 374, 443, 558; F. 635, — Berlin 478, H. 173, 330.
Fittbogen 194.
Fitz 639 [192].

Flachsröte 67, 114, 249, 260, 266, 268.
Fleck 250, 267.
Fleisch- u. Fettans. d. Fisch. abh. v. Alter, Rasse usw. 386, 471, Meth. z. Best. i. Körp. leb. Fisch. n. Zuntz 552—554 [144], -fress. Pflanzen 46 [1], 261.
Fleischer 324, 362, 363, 376, 556.
Flügge 405, 635.
Flüsse, Versanden 24, 270, Wechselbez. zw. Fl. u. See 416.
Fodor, v., 310, 372.
Forbes 472.
Forel 315, 589.
Fortune 339.
Fränkel, C., 570, 612, 626, 627, 634, 635, 637 [190].
Frank 41, 178, 472, 614.
Franke 175, 360.
Frankland 170, 274.
Fredericq 529.
Frenzel 212, 305, 317, 418, 450, 463, 473, 486, 524, 530, 555, 569, 582, 594, 596, 600.
Fresenius 195, 536.
Freßlust abh. v. Temp. 58, 59, err. Mittel 438, Fress. w. erzog. 479, 565.
Fribes 67, 266.
Frič 43, 449, 465, 472, 475, 477, 560, 569, 582, 597, 601, 604.
Frost, Einfl. a. Verw. d. Gest. 26, Wirk. i. Bod. 324, 325, 342, 418, 617.
Fürth, v., 529.
Fuhrmann 43, 212.

G.

Gad 521.
Gärtner, W. Frhr. v., 50, 65, 93, 94, 173, 209, 273, 279, 478.
Gärungsprobe i. Wass. n. Zuntz 235.
Gammarus a. Leitorg. f. d. Sauerstoffg. d. W. 47.
Gas, Absorptionskoëff. f. G. i. W. 142, 143, -analys. d. W. 20, 60, 62, 125, 153, 156, 166, 167, 235, 237, 238, 270, 284, 285, 312, 338, 390, Löslichk. v. Gas. i. W. 141, Redukt. e. feucht gem. Vol. a. 0° u. Trockenh. 137—141, Bodengase 167.
Gasch 13, 17, 37, 44, 50, 54, 59, 76, 100, 102, 103, 115, 148, 176, 205, 212, 299, 307, 319, 323, 324, 378, 418, 419, 455, 464, 466, 468, 619.
Gayer 244.
Gazert 252.
Geerde 99.
Gelege 50, 59, 210, 211, 254, 293, 298, 318, 325, 373, 383, 575, Entzieh. v. Nährst. 381, 493, Resist. 334, 373, a. Wellenbr. 304, Windschutz 57, Wucherb. 490, s. a. Moorbild.
Gemünd 616.
Gerbsäure, Schädlichkeit 191, 258, 260, Best. i. Wass. 259.
Gerhardt 459.
Gerlach 173, 176, 194, 240, 330, 335, 370, 435.
Geßner, C. v., 586.
Gewicht, Best. m. d. chem. Wage 498—501 [116]; spez. Gew., Best. d. Mohr-Westphalsche Wage 501 bis 504 [117], Pyknometer 504 [118], 505, Einr. z. Vermind. dess. b. Planktont. 505—508 [119—126], d. Fett., Fleisch., Skelett. d. Karpf. n. Cronheim 554.
Gewöhnung langs. 214, 260, 261.
Giebner 285.
Giersberg 348.
Giesecke 2, 273, 299, 341, 354, 358, 362, 368, 371, 372, 374, 377, 382, 391, 393, 420, 438, 451, 452, 459, 462, 463, 468, 478, 480, 481, 482, 484, 493, 565, 569, 579, 580, 581, 584, 594, 601.
Gilg [165—168, 170, 171, 174].
Gips, Wert 194, Entstehung 248, 249.
Girard 556.
Giustiani 94, 178.

Glikin 535.
Globig 628.
Godlewski 27.
Goltz, v. d., 556.
Gorup, v., 170, 526.
Gostkowski, v., 94, 319, 348, 485, 608.
Graebner 42.
Gran 11, 40, 165, 252, 319, 389, 461.
Grandeau 160 [27], 410.
Grandtke 52, 56, 173.
Green, J. Reynolds 438, 474, 484, 521, 526, 527, 528, 529, 530, 609, 612, 624, 635.
Griffiths 529, 532.
Groegor 54.
Grosse-Bohle 46, 468.
Grouven 57, 464.
Gruber 639 [193].
Grundfauna, Fang ders. 601, 602, Verarb. v. Detrit. 316, Fäkalien 72,243, Wert a. Nahr. n. Schiemenz 8, 43, 212, 388, 418, Wucher. ders. abh. v. Nahr. 296—298, -wasser, Verbr. v. Organism. d. 36.
Gruner 48, 303, 306.
Guano, Fisch-, Verbr. i. Japan 339, Peru- 368, 371, a. Teichdüng. 349, 369, 371, gleichm. Vert. 350, i. verw. Teich. wertl. 210, 493.
Günther 244, 522, 574; — 635.

H.

Härtebestimmungen i. Wasser 179 bis 182; Wert f. Bonitierungszwecke 581.
Hagemann 5.
Hager 634.
Halbfaß 468.
Hampe 22.
Hanamann 204, 378.
Hankel 454.
Hannecken, v., 82.
Harrington 600, 602 [160].
Haselhoff 49, 108, 112, 125, 214.
Haubner 440.
Hazard 556.
Heck 608.
Heckel 476, 508, 559, 561, 562, 574.
Hehner 536.
Heideteiche 376, 377, 393—395, Aufheb. d. Absorptionsverm. d. Bod. d. Humussäur. 383, 384.
Heim 630.
Hein 477.
Heincke 451, 474, 574.
Heinsen 472.
Heliotropismus der Planktonten 589.
Hellriegel 177.
Henry 33.
Hensen 4, 11, 151, 253, 296, 378, 449, 450, 451, 453, 464, 465, 466, 555, 594, 595 [157], 596, 599, 604.
Herrguth 82, 111, 381 [71].
Herrick 474.
Herzfeld 214.
Herzog 624.
Heß 482.
Heuscher 590, 601.
Hillmann 251.
Hiltner 36, 41, 42, 45, 59, 164, 165, 177, 178, 267, 330, 331, 332, 335, 360, 373, 383.
Hoeßlin, v., 575.
Hofer 36, 37, 40, 47, 55, 57, 58, 62, 66—77, 80, 81, 83, 102, 103, 126, 147, 148, 150, 168, 225, 227, 228, 247, 319, 341, 385, 451, 452, 453, 477, 481, 485, 486, 535, 537, 569, 584, 585, 589, 597, 601, 611, 613, 614.
Hoffbauer 128, 299, 356, 562, 613.
Hoffmann, F., 68, 114, 155, 162, 588, H. 557, M.-Berlin 59, 113, 176, 178, 192, 210, 218, 225, 228, 258, 294, 295, 300, 301, 313, 348, 367, 370, 416, 420, 432, 487, 616.
Hoffmeyer 611.
Holdefleiß 539 [141].
Hollandre 574.
Homburger 519.
Horák 149, 209, 249, 255, 260, 270, 273, 279, 323, 324, 334, 560, 568, 575.

Howard 330, 416.
Hoyer 297.
Hubad 175, 354, 357, 360.
Hübl 536.
Hübner 2, 6, 11, 39, 43, 44, 50, 54, 57, 81, 82, 100, 107, 114, 115, 149, 173, 205, 242, 251, 252, 253, 307, 313, 353, 359, 385—388, 417, 437, 438, 451—455, 457, 458, 459, 462, 478, 481, 568—571, 576, 584, 615.
Hüfner 142, 143.
Hüppe 27, 38, 640.
Hulwa 67—72 [2—6], 77—79, 83, 147, 153, 168, 238, 267.
Humus, Bestimm. i. Bod. 412—415; -bildung in Flüssen und Seen 239, 303, a. d. organ. Substanz 313, 388, künstlicher 636, Nitrifikation 38, 388, Verarbeitung 47; -säuren, Bestimmung im Wasser 255, 256, heb. Absorptionsverm. d. Bodens auf 383, 384, Schädlichkeit ders. 191, 257, 270, 363, 364, 366, 368, 376, 395, 396, d. nicht wasserlösl. 257, 364, Unschädlichm. d. Kalk 257, 367, 376, d. Riesel. 258, 365.
Huxley [137].

I. J.

Jaeckel 574.
Jaeger 507.
Jaerschky 253.
Jaffé, S., 9, 10, 62, 80, 123, 127, 175, 176, 205, 218, 257, 353, 452, 594, 608.
Jauche, Einbringung und Verteilung 350, Zusammensetzung 240.
Ibmeyer 348.
Jensen 637.
Imhof 569.
Impfen des Bodens 174, 334, 351, pro et contra 355, d. Moore 370, 371, 373, 377, d. Wassers 81, 93, 94, 96, 111, 115, 164, 165, 168, 228, 236, 237, 241, 245, 248, 277, 288, 316, 607, 608, 617; -erde 236, 245, 311, 329, 358, 359, 376, 377, 527, Zusammens. 168; -verfahr. d. Chines. s. China.
Induktionsströme, Einfl. a. Gasgeh. d. Gew. 155, Nitrifikation 39, 88, 161, 162.
Intensität d. Betriebes 456, 459, 472.
Jockisch 355.
Joergensen 262, 266, 277, 355, 486, 612, 641.
Joesting 244, 303.
Istvánffi, v., 205, 472.
Junge 84.
Jurine 99.

K.

Kaerger 62.
Kahmhäute v. Algen 296, Bakterien 246.
Kali, Bestimmung i. Bod. 445, im Wasser qual. 216, 217, quant. 219—221, paralys. Säuren 355, Schicksal i. Bod. 402, Wert f. d. Bod. 300.
Kalk, Aufnahme vor d. Zahnwechs. 355, setzt Aërobie von Bakterien u. Schimmelpilz. herab 164, 193, Ausnützungskoëff. für versch. Tiere 433, Bestimmung i. Bod. 411, 421, 422 (kohlens.) 426—429, Wass. qual. 179, quant. 179 bis 186, Wert dess. i. Bod. 300, f. Moore 364, 365, Düngung 327, 330, 351, steigert Ausnützungskoëff. f. Bodennährst. 294, 295, Vors. b. Anwend. a. leicht. Böden 351, 366, 376, Wichtigk. für chlornatriumh. Gew. 214, eisenhalt. Gew. 225, Kohleabw. 272, bindet Fett- 355, 535, Gerb- 260, Humus- 258, 365, 367, Schwefelsäure 226, 227; u. Phosphors. 369, 437, Einfl. a. d. Wuch. v. Bakterien 38, 40, 109, 114, 123, 124, 178, 188, 192, 241, 245, 364, 420, 514, Ausbild. d. Chlorophylls 152, 192, Nitrifikation 344—347, Wucherung d.

Höheren 188, 189, 191, Entstehung d. Kalklager 432, 433, Leitorganismen für 48, 304, 306, Lösung d. Bakt. 193, 296, Fermente 530, Pflanzen 490, Schicksal im Bod. 402, Zusammens. kalkhaltig. Substrate 352.
Kanalisation, Schädlichkeit 96, 244, 317, 459.
Karmrodt 267.
Kayser 163, 241, 254, 279, 349.
Kegel 67, 458, 569, 572, 573, 582.
Kellner 37, 42, 56, 114, 170, 191, 274, 355, 369, 393, 400, 464, 485, 514, 612.
Keutner 11, 38, 172.
Kieselsäure, Abh. d. Wuch. d. Diatomeen v. 41, 229—231, Bestimm. i. Bod. 412, Wasser 228, 229, Lös. d. Bakt. 26, 231.
Kjeldahl 407, 408, 409, 497, 510, 514, 515, 581.
Killing 625.
Kintze 350, 482, 483, 484, 486, 563.
Kirchner 434, 490, 604.
Kittl 560.
Klassifikation der Gewäss. nach Apstein 12, 40, 169, 231, 281, 282, 383, 462, 469, 488, Lemmermann 468, 488, Schorler u. Thallwitz 469, 488, Chem. Zus. dab. ausschlagg. 469.
Klebahn 246, 255, 507.
Klebs 40, 71, 280, 468.
Klenze, v., 405.
Klien 463, 464, 473.
Kloecker 635.
Klunzinger 4, 43, 128, 208, 282, 469, 473, 475, 505, 582, 589, 590, 596, 598—601, 613.
Knauer 416.
Kner 476, 559, 561, 562, 574.
Knörrich 42, 54, 110, 152, 254, 280, 310, 329, 340, 388, 415, 468, 593.
Knop 54, 398, 400, 401 [78], 403, 421, 556, 601.
Knublauch 37, 614.
Koch, A., -Göttingen 8, 26, 27, 33, 38, 39, 40, 48, 69, 71, 109, 152, 153, 165, 210, 231, 238, 251, 254, 267, 343, 418, 623, 637; R. 36, 625.
Kochs 108.
Koenig 20, 21, 22, 25, 40, 46, 49, 55, 66, 71, 83, 108, 110, 112, 114, 125, 154, 163, 185, 194, 200, 201, 214, 226, 234, 249, 267, 269, 301, 310, 349, 350, 356, 357, 374, 382, 399, 402, 413, 415, 439, 443, 444, 468, 539, 557, 615.
Koettl 359.
Kofoid 449, 461, 467, 600.
Kohlensäure, Bestimmung d. freien 116—119, d. fr. u. halb gebund. 119—122, Maximaldos. d. nicht tox. 125, als Indikat. d. Gär. 235, Nährmat. f. Pflanz. 122, 123, toxisch. 60, 66, 125, 126, 241, 356—358, 610; -oxyd 372; -produkt. d. d. chlorophyllh. Zelle 151; -stoffquelle d. Bakter. 27, 153, 164, 165, 623, 626, d. submers. Flora 46, 47.
Kohnstamm 532.
Kolkwitz 1, 12, 81, 103, 247, 248, 266, 273, 355.
Kolle 610, 635.
Kolloidsubstanzen, Wichtigk. ders. 33, 393.
Kompost 94, 176, 480, s. a. Impferde.
Konzentration d. Wass., Einfl. a. Organism. 55, s. a. spez. Gew. u. Osmose.
Korn 74.
Kossowitsch 94, 178, 637.
Kottas 127.
Kotuntersuchungen 530—532.
Kraatz 386, 451, 452, 478, 569, 582.
Krafft 556.
Krankheitserreger, Wander. 37, 126, 127, 148.
Krause 58.
Krebsgewässer 248; -pest 37, 148, 360, 361, 619, 620.

Krieghoff [136].
Krizkowski 366.
Krüger 33, 49, 52, 59, 60, 167, 312, 333, 347, 351.
Krümelstruktur d. Bodens 291, 327, 328, 343, 376, durch Reg. u. Hagel vern. 343.
Krukenberg 521.
Krustazeenzuchtverfahr. 99, 100.
Kühn, J., 176, 329, 416; G. 519.
Kuhnert 283.
Küster 153, 193, 194, 279, 295, 321, 323, 333, 334, 339, 416, 432.
Kulturvarietäten d. Pflanz., Anspr. a. Düng. 417, d. Tiere, Anspr. a. Nahr. 5, 437—439, 478, Fermentprod. 476, versch. Verh. d. K. d. Fische 438, 439, 455, 473, 478; -versuche mit Hafer usw. [62], 301, 302, 336 [69], Roggen [51], 275, 314, 315, 365, 535 [67], Schlamm 404, 405, i. Töpfen 406, Wert ders. 301.
Kupzis 121, 191.
Kunst 453.

L.

Lafar 632, 635.
Laichvorrichtungen 455 [99—101], -zeit, Anzeichen ders. 508, 509.
Lainé 311, 371.
Lampert 293, 432, 433, 490, 602, 604.
Lang 337, 372.
Landold 29, 134, 136—143.
Land- u. Wasserwirtschaft 10, 13, 243, 254, 317, 456.
Lauterborn 72, 281, 491, 506 [119], 569.
Lecithin 203, 206, 275, Einfluß a. Färb. d. Fischfleisches 205.
Leeb 244.
Legouis 519, 521.
Leguminosen, Wucherbed. 49.
Lehm als Fermentationsmittel 175, 353—361.
Lehmann, C., 5, 464, 525; F. 464, 537, 635.
Leitorganismen für Kalk 306, Verschmutzung 246; -pflanzen für Ammoniak 558, Chlornatrium 214, 443, 557, Kali 557, Kalk 48, 306, 314, 557.
Lemmermann-Bremen 40, 47, 151, 246, 257, 318, 461, 465, 468, 469, 488; -Berlin 333, 398.
Lenormand 170.
Leonhardt 175, 241, 255, 340, 349, 564, 583.
Lepel 176.
Leuckart 225, 269, 574.
Lévy 274, 358.
Lewinstein 126, 127, 611, 618.
Leydig 509.
Liborius 625, 638.
Licht, Einfl. a. Bakterien 3, 15, 38, 57, 96, 246, 287, 359, 588, 617, 624, Einfl. a. Erw. d. Bod. 372, s. a. Gasgehalt.
Liebe 112.
Liebig, J. v., 337. 349, 413 [87], 464.
Liévin 99.
Lindner 486, 516, 529, 532, 610, 612, 616, 632, 636, 641.
Linke 34, 357, 359, 385, 462, 464, 473, 480, 481, 482, 485, 567, 607, 608.
Litzendorff 210.
Livingstone 477.
Loeb 4, 468.
Loeffler 625.
Loew 40, 71, 152, 153, 194, 309, 468.
Loewenthal 259.
Loges 415.
Lohmann 250.
Loppens 249, 268.
Lorenz, v., 27.
Lotungen, Ausführ. 590, 591.
Ludolf 599.
Ludwig 309, 357, 490.
Lübbert 242.
Luftnahrung, quant. Fang 591—593.
Lugrin 209, 286.
Lustig 635.

Luxusverbrauch d. Pflanzen 42, 56, 97, 173, 204, 246, 443, von Tieren 433.

M.

Mackenzie 64, 65.
Maercker 95, 188, 202, 249, 300, 323, 329, 416, 434, 445, 448, 542.
Magensaft, künstlicher, Gewinnung u. Herstell. n. Stutzer 518.
Magnesia, Best. i. Bod. 434, Wass. qual. 179, m. Kalk zus. 179—182, allein quant. 186—188, Einfl. a. Chlorophyllb. 153, Eisen 225, Bind. v. Schwefels. 226.
Magnin 254.
Mahnkopf. E., 8, 50, 148, 149, 239, 272, 307, 311, 341, 353, 358, 359, 360, 385, 386, 387, 388, 452, 454 bis 458 [99—101], 478, 479, 480, 481, 482, 523, 537, 566, 568, 569, 574, 575, 576, 577, 582, 583, 584, 585, 587, 588, 615, 619.
Maier 562.
Mallmer 453.
Malmgreen 261.
Marcano 253.
Marsson 12, 47, 66, 69, 72, 82, 110, 131, 148, 155, 178, 185, 242, 262, 267, 341, 443, 475, 537, 569, 582, 585, 592, 593, 601 [159], 602, 610.
Martens, v., 531.
Mathey 65.
Matsubara 340, 483, 612.
Maurizio 103, 247, 611, 616, 620.
Maxwell 195.
Mayer 382, 401, 440.
Mazé 177.
Meerwasser, Gehalt a. Ammoniak 170, Kieselsäure 229, 230, Nitrit. u. Nitraten 169 [28, 29], Unt. üb. Abhäng. d. Organism. v. Nährstoffg. 468.
Mehring 556.
Meisenheimer 624.
Mergel, Behandl. dess. 307, Bestimm. i. Bod. 429—432; -lager 193, 206, 303, 429, Aufsuch. 306, Entsteh. 432, 433, Leitpflanz. f. 48, 306, 314, 557.
Merkel 634.
Meteorologische Unters., Wert 588, 589; -wasser Gasgeh. 20, Unters. 590, Zusammens. 21, 22, 110, 163, 227, 274.
Methan 60, 113, 269, 390; -bildung d. Fette gehind. 114, 191.
Metschnikoff 484.
Meyer 153, 194, 195, 351, 635.
Miescher-Ruesch 204, 467.
Migula [169, 172, 173, 175—177].
Milchsäure 611.
Miller 21, 31.
Milzbrand, Verbreit. 263.
Mineralisierungsprozeß 69; -mangel, Schädlichk. 57, 463, 486, 487; -stoffe, gegens. Ersetzlichk. 463, Lös. d. Bakt. 26, d. Kohlens. d. Wass. 25, d. Wurzelsekr. d. Pflanz. 26, Löslichk. ders. i. Wass. 27, 29, 30.
Minimum, Ges. v., 41, 281, 325, 462, 463.
Minssen 367.
Miquel 109.
Mist, steigert Ausnütz. d. Bodennährst. d. d. Pflanze 294, 295, 337, Einfl. a. Gare 332, 343, a. Fermentationsmitt. 81, 89, 174, 175, 248, 311, 329, 358, 370, 608, 616, strohiger hind. Nitrifik. 347, 348, Untersuch. dess. 445—447, a. Stickst. 448, Wertvermind. m. Entf. v. Gehöft 349, muß verrott. sein 251, 348, Zusammensetz. 240, 292.
Mitscherlich 3, 7, 10, 19, 23, 49, 54, 168, 194, 195, 260, 293, 294, 296, 298, 299, 300, 301, 303, 306, 310, 324, 335, 337, 343, 344, 348, 351, 358, 363, 372, 376, 382, 394, 397, 398, 401, 403, 405, 407, 410, 412, 416, 445, 556, 557.
Moellendorf 20.
Mohr 144, 477.

Mojsisovics 267.
Molisch 4, 110, 152, 194, 280, 287, 310, 388, 468.
Monaco, A., Fürst v., 477.
Moorbild. 59, 577; -boden, Düngung 367, Erwärmbark. 372, Fermentation 311, 371, Gründüng. 371, 373, Humuss. 363, 365, Nitrifikation (Impfung) 370—372, Resistenz dess. 310, 311, 370, Sandmischkult. 374, 375, Stickstoffzufuhr 364, Schwefelwasserstoffb. 366, Wasserverhältn. 474, Wert d. chem. Analyse 364, der versch. Phosphate 366—368, Zersetzlichk. 374, Zusammens. 362, 363; -wässer 47, 235—238, 240, Behandl. ders. 362—377, Schädlichk. d. Ammoniaks 109, Schwefeleisens 228, 365, 366.
Moore, Gg., 39, 165, 177, 178, 237; H. F., 48.
Morawski 104, 378, 466, 468.
Morcinek 10, 41, 50, 65, 91, 93, 99, 148, 149, 150, 173, 209, 210, 212, 244, 270, 271, 273, 277, 279, 283, 285, 319, 324, 327, 328, 333, 339, 341, 351, 358, 391, 418, 419, 453, 455, 478, 484, 513, 537, 565, 608, 615.
Morgen 542.
Moritz 9, 51, 212, 301, 532.
Morris 532.
Morrut 524.
Mühlen, zur, 309.
Müller, A. u. K., 481; -Brandenburg 124, 129 [17], 130 [19], 136; -Darmstadt 349; Erich, 525; -Tschischdorf 478; — 219, 485.
Mullert 215, 437.
Müntz 310, 311, 371, 372.
Munk 545.
Munz 253.
Muscheln als Fischnahrung 388, Produz. v. Kalklag. 433, Stell. i. Stoffkreisl. d. Gew. 9.
Mutschler 461, 468.
Mycorrhizien 36, 41.

N.

Nagai 339, 349.
Nahrung, Abwechselung in 479, 480, 584, 585, Abhängigk. d. Wuch. d. Organ. v. Quant. u. Qual. 4, 7, 8, 207, 273, 274, 282, 296—298, 463, 467, 468, 587, Anpassungsfähigk. ein. 584, Periodiz. anderer in Abhäng. v. Nahr. 584 (s. a. Periodizität), Ausnützung d. d. Fische 379, bed. d. Strömung, Rasse, Alter 384, 385, 471, der Algen 40—42, der Fische 7, 43, 212, Folgen der üppigen 463, Vergl. mit dem Futter d. Höher. 466, 467, nur qual. gute soll gezücht. werd. 471, gelöst 40, 42, 49, 237, 281, 404, Bekömmlichkeit 474, Qualität 464—466, 471, 473, Verdaulichkeit 463, 464, 466, 471, 477, Nährstoffverhältnis 459, im Herbst erweitert 480, Fermentgehalt ders. 475, Eint. d. Fische nach ders. 475, d. Grünweidefische 583, d. Raub- u. Friedfische 386, 387, 418, 419, 475, 582, d. Saiblinge 585, 586, 588, Abh. v. Kiemenfilter 475, 585, Stellung des Maules 476, Länge d. Darmes 476, 477, Gew. labor. an Nahrungsnicht Brutmangel 566, Nahrungskonkurr. 379, 380, 387, 457, e. best. Fläche kann nur best. Quant. erz. 455, gegens. Ersetzlichk. 463, unentbehrl. 462; Untersuchung: Literat. z. Bestimm. ders. 603, 604, Materialbeschaff. 487—490, Wert 563, Asche 549 bis 551, Eiweiß 510—512, wasserl. Stickstoff 512—514, Reineiw. n. Stutzer 514—516, Weißbein 516, 517, verdauliches Eiweiß 517—524, Fett 532—535, freie Fetts. 535, Fettspaltung 526—528, Hehnersche Zahl 536, Jod- 536 bis 539, Reichert-Meisslsche-

536, Verseifungszahl 536, Kohlehydrate 541—549, verdauliche 524—526, Phosphorsäure 551, Rohfaser 539—541, in Gewässern 582 ff., Schlämmapparate 605, 606, Zählmethode 604, 605, Verdauungsarb. b. Naturn. 477.
Nathanson 623.
Natrium, Bestimmung 212, Wert a. Pflanzennahrung 218.
Natterer 170.
Navratil 472.
N-Dünger 176.
Nebensalze, Schädlichk. 218.
Nehring 608.
Nencki 610.
Neßler 169.
Neu 149, 161, 255, 320, 323, 324, 563.
Neubauer 186, 196, 434.
Neumann 196, 199, 435.
Nicklas 161, 225, 255, 261, 286, 355, 356, 383, 418, 455, 463, 473, 482, 487, 559, 560, 607, 608.
Niederschläge, Menge ders. 19, 20, im Nilgebiet 63.
Nil 33, 62 ff.
Nitragin 42, 178, 237, 373.
Nitrifikation v. Ammoniak d. Eisenoxydhyd. 38, 110, 165, 225, 343, Bakterien 27, 38, 61, 164, 226, 236, 238, 332, Verl. i. Bod. 344 bis 348, 371, d. Kotstroh gehind. 347, 348, 418, 420, i. Moorbod. 370—372, Einfl. d. Pflanzendecke 44, Kochsalz 52, 214, chem. 343, d. Elektriz. 39, 88, 161.
Nitsche 110, 482.
Nobbe 36, 165.
Noebel 606 [164].
Noll 9, 110, 112, 509, 558.
Nowicki 101, 247, 453.
Nukleïn 206, 275.
Nüßlin 385, 475, 613.
Nußbaum 521.
Nuttal 631.

O.

Oberflächennetz v. L. Cohn 592.
Oesten 10, 67, 81, 82, 440, 458.
Oesterling 109, 257, 258.
Oku 110.
Olemanski 67, 114.
Ollermann 473.
Oppel 65, 337.
Oppenheimer 474, 477, 521, 527, 528, 530, 570, 609, 610, 611, 612, 624.
Organische Substanz: Bestimm. d. wasserl. i. Bod. 410—412, im Wasser: Agilität 234—238, qual. 231, quant. 231—234; Fäulnis 60, 164, 309, 355, 616, als Nährmat. d. Bakt. 123, 165, 236—238, 313, 356, 418, Produkt. d. Land. 382, 417, 451, d. Wassers 378, 387, 417, 450, 451, 461, Gehalt d. Plankt. 465, Umsetz. 38, 40, 69, 240, 309, 313, 388—390, 616, Zufuhr 52, 92, 173, 239, 415.
Orth 48, 189 [40], 224, 303, 432, 488.
Oscillarien 247, 269.
Osmose 12, 54, 55, 204, 214, 350, 508, 509, 593, 597.
Ostwald, W., sen. 508; jun. 53, 506.
Otto 214, 357.
H. Ottó 459.
Overbeck 463, 473, 487.
Oxalsäure, Schädlichkeit 191, Schutzmitt. g. Bakt. 357, Schneckenfr. 192, 309, Zersetz. d. Mikroorg. 191.

P.

Pabst 556.
Pagenstecher 429, 496 [114, 115].
Pankreasextrakt, Herstell. nach Stutzer 523, 524.
Pancritius 463, 464, 473, 475, 477, 519, 520, 524, 530, 531, 565.
Panum 610.
Passon 426 [47], 427—429, 581.
Paul 100.

Pawlow 521, 609, 610.
Peck 600, 602 [160].
Pektinstoffe 67; -vergärer 249, 266, 268, 311, 313, 355.
Pentosane a. Nährmat. d. denitr. Bakt. 59, 93, 192, 330, 377, Zerstörung durch Kalk 192.
Pepton, Prüfung des Wassers auf 261, 262, als Nährm. für Bakt. 262, Schimmelpilze 261, s. a. Bakterien.
Perchlorat, Schädlichk. 274, 286.
Periodizität d. Organismen, Lehre von der 4, 43, 206, 207, 469, einz. Fische i. Abh. v. d. Nahr. 584, Urs. ders. 469.
Petermann 436, 437.
Petri 640.
Petroleum, Entstehung 41.
Pettenkofer 10, 36, 66, 68, 108, 119, 123, 464.
Pfeffer 620.
Pfeiffer 36; -Breslau 45, 164, 174, 240 299, 321, 329, 332, 333, 348, 416, 420.
Pflanzen, Absterb. ders. i. Wint. 390; -decke, Einfl. ders. a. Umsetzung. 44, 45; -samen, Aufn. d. d. Fische 479.
Phosphorsäure, Bestimm. i. Bod. 335, Düngemitt. 436, 437, Futtermitt. 551, Wasser qual. 195, quant. 195—202, i. Kadaver-, Fischm. 487, Einfl. a. Färb. d. Fleisch. 205, u. Kalk 369, 437, Festlegung d. Eisen 225, 370, 437, Löslichkeit i. einz. Präp. 357—369, Lös. d. Bakt. 26, 210, Fermente 530, org. fest geb. 206, 275, Schicksal i. Bod. 402, Wert i. Stoffkreisl. 203—205, 437, Zufuhr 326, 327.
Plankton, Ausn. d. Nährstoffe durch 6, 41, 97, 473, Berechn. d. Prod. d. Fläch. 350, 351, Abhäng. d. Fischreicht. v. 462, d. Laichgesch. d. Fische v. 467, -konsumenten 475, Ernähr. 40—42, Verarb. v. Detritus 316, 465, Fäkalmass. 250, Heliotropismus 589, Mitt. z. Erhöh. d. Schwebfähigkeit 505—508, Nährwert 5, 43, 212, 291, 330, 387, 465—467, 469, 587, vergl. m. Futt. d. Warmbl. 466, 467; -produkt. abh. v. Bodenbearb. 328, Nahr. 281, 282, 296, 297, 467, 468, 491, 492, Verteil. dess. 593, 594, quantit. Fang 594, 597—600; -netz v. Hensen 595 [157], 596, Marsson u. Walter 601 [159], Walter 596 [158]; -pumpe 594, 600, 601.
Plasmolyse 54.
Plath 339.
Ploennis 218.
Pockenkrankheit d. Karpfen 57.
Poleck 66, 68.
Pond 46, 54.
Posner 262.
Potonié 114.
Poudrette 251, 373.
Präzipitat, Bestimm. d. leicht wasserl. Phosphors. 316, zitratl. 316, 317, Wert als Düngem. 209, 210, 364, 368, 486, 514.
Prausnitz 70, 614, 634 [188].
Produktivität v. Landflächen 275, 279, 322, 333, 382, 417, 418, 451, Wasserflächen 274, 275, 298, 305, 333, 352, 371, 378—381, 386, 387, 417, 419, 450, 452, 453, 461, 493, 613, 614, abh. v. Alter, Art, Rasse d. Fische 385, 386, Volumen, Ventil. 607, 613, Zusammens. d. Wass. 34, 35, 305, 469, 470.
Proskauer 630.
Prost 227.
Prout 333, 416.
Puchner 327.
Puriewitsch 41.

Q.

Quellwasser, Zusammens. 30, 31.
Quetschstellen 325.

R.

Raben 41, 169, 170, 171, 228, 229, 230, 231, 281, 282, 467.
Rachford 521.
Raciborski 101, 102, 247.
Rahmdohr 99.
Rakus 6, 50, 91, 99, 175, 212, 286, 293, 486, 491.
Ramann 28, 188, 244, 303, 307, 382, 398, 401, 556.
Raoult 141.
Rassen, Anpass. a. Nahr. 584, Ausn. d. Futt. 385, 455, 459, Verh. geg. Chloride 444, Humussäuren 257, Schwefelwasserstoff 112, 113, Toxine 111, Widerstandsfähigk. 283, 364, 615.
Raubfische, Kiemenfilter 475, Wert ders. i. Gew. 457.
Rauch 356, 475, 586.
Reaktion, Prüf. d. Wass. a. 106, 107.
Réaumur 99.
Reduktionsprozesse 61, 224, 227, 319, 375.
Regeneration der Schuppen 103.
Regenhöhe in Deutschl. 20; -mess. Wichtigk. 31; -würmer 23, 73, 296, 388.
Reichardt 30.
Rein 283.
Reincke 94, 172, 253.
Reinders 371.
Reiskultur u. Karpfenzucht 225, 337, 339, 340.
Remy 41, 44, 357, 373, 556.
Répassy 304, 459 [102].
Reuter 454, 602.
Richet 55, 519, 524.
Richter 61.
Riecke 23, 59, 109, 178, 193.
Rieselfelder, Fischzucht auf dens. 81—83, 357, 443.
Ring 322.
Ringleben 204, 215, 218.
Roberts 527.
Rodewald 451.
Roessing 297, 340.
Rohfasergehalt div. Pfl. 59, Bestimm. dess. 539—541, Zersetz. 114, Verdauung 9, 51.
Rohlfs 477.
Rosenberg 37.
Rosenfeld-Breslau 54, 55, 479, 508, 535, 536, 585; -Teschen 269.
Rosetti 104, 105.
Roux 628.
Rümker, v., 333.
Rütimeyer 608.

S.

Sachs 280, 324, 359; -sche Nährlösung 54.
Saïda 42.
Saisonpolymorphismus d. Planktonten 53, 506.
Salfeld 371, 373.
Salizyl 354, 357, 360, 361.
Salkowski 195, 539.
Salpetersäure, Best. ders. i. Bod. 410, Wasser qual. 157, quant. 160, 161, Einfl. a. Prod. d. Gew. 41, s. a. Nitrifikation.
Salpetrige Säure, Best. qual. 157, quant. 158—160.
Salz verschied. Giftw. 194, 195, 215, 217, 226, 443, 444; -düngung, Schädlichk. 51, 215, 217, 351, Verkrust. d. Bod. 351, Nebensalze 218, Passage d. d. Körper 215, 217, 443, 485, Wert d. Schleimabsond. 55, 214, 215, s. a. Osmose; -lösungen, spez. Zähigk. ders. 29.
Samereier 50, 279.
Sand, Bestimm. i. Bod. 411; -mischungen f. Moore 374, 375.
Sauerstoff, Abhängigkeit der Organismen von 247, 248, 266; -bestimm. i. Wass. quant. 128—147; -produktion 40, 245, 284, a. Indikat. f. d. Chlorophyllh. 128, 151; -zehrung, Indikat. f. Menge d. Bakter. 124, 610—612, Einfl. d. Elektrizität a. Prod. 155, Standardwerte 154.

Schaffer 454, 464.
Scheibler 426.
Scheidlin, K. v., 6, 50, 91, 99, 174, 212, 286, 293, 485, 486, 491.
Schellhorn 527.
Schiemenz 43, 47, 66, 67, 69, 72, 82, 103, 126, 131, 154, 155, 212, 242, 262, 263, 271, 304, 314, 315, 316, 418, 419, 449, 462, 472, 475, 486, 569, 582, 585, 593, 594, 602, 610, 614, 615.
Schikora 81, 103, 164, 175, 193, 245, 247, 248, 249, 266, 269, 277, 293, 361, 385, 506, 570, 610, 620.
Schilling, Frh. v., 149.
Schillinger 128, 356, 385, 475, 620,
Schimanski 71, 128, 154, 228, 390.
Schimmelpilze, Aërobie durch Kalk herabges. 164, 620, Ant. a. d. Selbstrein. d. Gew. 71, 247, i. Kartoffeln 486, Kultur 641, Prüf. d. Futtermitt. a. 495, 496, Nährm. ders. 247, 310, lieb. saure Reaktion 310, 612, i. Moorböden 370, Lösung v. Mineralien 26, 41, 42, Pepton 262, Seuche 101.
Schlamm-Bohrer 314, 395, 429, 637 [190], Kulturvers. m. 404, 405; -typen 315—317, Zusammensetz. 292, 305.
Schleim d. Fische, Wert dess. 55, 214, 215.
Schlick als Fermentationsmittel 242, 370, 371.
Schloesing 160 [27], 178, 194, 310, 372, 410.
Schmelzwässer, Schädlichk. 509.
Schmoeger 206.
Schneidewind 165, 194, 204, 215, 218, 400, 406, 407, 434, 435, 436, 445, 515, 535, 542, 551.
Schoene 606.
Schoenfeld 141.
Schonung, übl. Folg. überm. 566.
Schorler 311, 380, 410, 450, 461, 469, 488, 490, 492, 505, 569.
Schrader, v., 257, 258.
Schreib 81, 247.
Schroeder, Br., 318, 378, 385, 461, 465, 488, 469, 593; J. v., 21, 226, 259.
Schroeter 490.
Schübler 337, 372, 556.
Schücking 54.
Schüler 358, 417, 537, 571.
Schümann 154.
Schützenberger 144.
Schulz-Lupitz 89, 248, 256, 358.
Schulze, E., 44, 300, 369, 390; G., 577.
Schumburg 631.
Schuppe a. Merkm. d. Wachst. 562 [151—153]; -nsträubung 38.
Schwackhöfer 249.
Schwefel, Bestimmung i. Bod. 440, 441; -säure, Bestimm. i. Bod. 441—443, Wasser 226, Giftwirk. 226; -wasserstoff 60, 61, 111—113, 227, 248, 249, 366, Bestimm. i. Wass. 111.
Sclavo-Czaplewski 602 [161], 631.
Selbstreinigung d. Gew. 10, 39, 61, 67, 68, Bialka 101—104, Isar 76, Oder 77—79, [2—6], trop. Gew. 311, 312, Indikat. 150, 151, 152, 153, 242—245, 247, 248, 249.
Seelhorst, v., 113, 204, 257, 364.
Seligo 42, 47, 48, 50, 53, 58, 72, 151, 154, 188, 212, 228, 257, 293, 306, 314, 362, 365, 390, 394, 432, 450, 451, 469, 482, 491, 498, 505, 521, 524, 537, 569, 577, 585, 602.
Semler 65, 66, 67, 114, 254, 255, 337.
Semper 128, 356, 608.
Sendtner 227.
Senft 256, 556.
Sertz 31, 34.
Sestini 39, 61, 110, 165, 225, 267.
Settegast 556.
Sickerwasser, Bestimm. 405, 406, Vermind. d. Mengen d. Lehm 393, 394, Pflanzendecke 395, welche Nährstoffm. entzieh. d. d.

Teich? 382, Zusammens. 31, 254, 329, 377, 393, 394.
Siebold, K. v., 476, 482, 558, 574, 577.
Siegl 70.
Sigmund 528.
Simon 170.
Smith 227.
Snieszko, v., 188, 352, 432.
Sobtzick 484, 608.
Sömmerung 48, 81, 319, 320, 323, 391, 394, 418, 617.
Southgate 521.
Soxhlet, v., 528, 533 [140], 542, 543 [142].
Soyka 357.
Sperling 59, 379, 419, 452.
Spindler 249.
Spirillum desulfuricans 113, 227, 248, 271, 272, 366, Pepton a. Nährm. 262.
Spitta 69, 124.
Sporer 454.
Sprengel 556.
Spring 24.
Sproßpilze 23, 36, 266, 277, 343, 344, 355, Dünger förd. Wuch. 343, Kultur 641, s. a. Ackergare.
Stahl 192, 309, 357.
Stanley 477.
Staub, vulk. Zus. 22.
Steglich 284.
Steine, Einfl. a. Fruchtbark. d. Bod. 398.
Stenzel 33, 100.
Steuert-Innsbruck 54; -Weihenst. 257, 258, 364, 365, 366, 394.
Stickstoff, Best. i. Bod. 407—410, Mist 448, Futtermitteln 510—512, Wasser 171, 172, Resistenz i. Moorböd. 310, 311, Zufuhr i. Moorw. 363, 370, 371.
Stiehr 54, 195.
Stingel 101, 104.
Stoermer 45, 67, 114, 177, 249, 266, 267, 313, 330, 331, 332, 373.
Stoffkreislauf, Einfl. d. Temp. 7, d. Phosphors. 211, im Wasser 38 ff.; -wechselprodukte d. Bakt. 109, 248, 277, 355, 356, 358, 612 bis 615, 624, 633, Gewinn. ders. 635.
Stohmann 189.
Stolba 187, 434.
Strebel 321.
Strodtmann 208, 282, 341, 472, 507.
Strömung, Einfl. a. Misch. d. Wass. 289, 290, 307, Nachweis ders. 590,
Struck 575, 576, 582, 615, 620.
Stutzer 37, 85, 174, 201, 240, 292, 322, 355, 487, 512, 514, 517, 518, 519, 614.
Submerse Pflanzen 46, Aufschl. d. Nährst. d. 293, als Nahr. d. Höh. 48, Wucher. d. Acker. bef. 293.
Suringar 23.
Šusta, J., 2, 10, 13, 43, 92, 107, 188, 203, 204, 208, 211, 212, 243, 254, 255, 271, 279, 297, 299, 303, 324, 327, 350, 388, 420, 463, 472, 473, 474, 493; V., 51, 306, 463, 557, 561.

T.

Tacke 188, 224, 240, 256, 257, 310, 364, 365, 367, 368, 370, 374, 376, 396, 556.
Temperatur: Abh. d. Stoffwechs. d. Fische von 481, 517, 521, 522, 526, d. Stoffkreislauf. 7, 38, 58, 251, 252, 287, 390, 453, 588, d. Wuch. d. Bakt. 11, 38, 40, 153, 165, 341, 372, 377, 418, 621, Sproßpilze 266, Gare 344, Fermentwirk. 518, 521, d. Höheren 135, 305, 372, 461, 506, Verarb. d. Düngers 281, Nitrifikation 344, Dichte u. Vol. d. Wass. 104, 105; -erhöhung i. versch. Bodenart. 373; -abschwäch. d. Mist 337; -messung 590.
Tenaxapparat z. Bestimmung des Sauerstoffs 129—137 [19], 237, 390.
Ternetz 370.
Textilfasern, Schädlichkeit 268.

Thaer 555, 556.
Thallwitz 380, 410, 450, 461, 469, 488, 490, 492, 505, 569.
Thénard 370.
Thiele 641.
Thiersant 2, 38.
Thirion 453.
Thomasschlacke 367—369, Bestimm. d. zitratlösl. Phosphors. 316.
Thoms 556.
Thumm 74, 234.
Thurmann 556.
Tieghem, van, 67, 114, 267, 623.
Tiemann 144.
Ton, Bestimm. i. Bod. 411.
Torfbildung 46, 60, 309, 310, i. Gewäss. 308, 309, 318, 319, 344, Mittel dageg. 269, Resistenz d. org. Subst. 310, 311, 371, Zersetz. 374, Bodendecke 374—376, s. a. Moor, Impferde.
Toxine 68, 148, 248, 263, 350, 355, 357, 364—366, 497, 498, 610, 611, 613, 614, 624, Ammoniak 109, 610, Kohlensäure 60, 66, 125, 126, 241, 356—358, Verhalt. d. div. Rass. geg. 111—113, 364, 614, 617.
Treub 42.
Trockenheit, Einfl. a. Bakter. 150, 151, 254, 329.
Tropfkörper 74.
Trommer 527, 556.
Trost 24, 371, 384, 394.
Tubeuf, v., 36.
Tvaden 65, 66.

U.

Überfütterung v. Bakterien 39, 69, 165, 178, 326, 341.
Uberschwemmungen, Wert ders. 459 [102], s. a. Nil.
Uferfauna, Konsum. ders. 475, quant. Fang 602, Wert a. Nahr. 8, 43, 212, 291, 388, 419, 587, 614, Wucher. abh. v. Nahr. 296—298.
Uffelmann 14.
Ulbricht 195, 400.
Ule 590, 601.
Ulrich 498.
Ulsch 407.
Unger 556.
Urase 109.
Utricularia 46, 47 [1].

V.

Varigny, de, 356, 608.
Vavrá 43, 449, 472, 475, 597, 601, 604.
Verbrennungswärme versch. Substanzen 461.
Verdaulichkeit d. Futterm. vergr. d. Bakt. 124, 174, Vorverdauung 483, d. Aspergillusart. 612, Verdaulichk. u. Verdauungsarb. b. Naturn. 477, Substr. 475; -ungssaft v. Krustazeen etc. 529, 530.
Verdunstung 383, 384.
Vergiftung d. Fauna u. Flora d. Stickstoffverb. 173, Salzdüngungen 51, 215, 217, 351, versch. stark. Giftw. d. Salze 194, 195, 215, 217, 226, 443, 444, s. a. Toxine.
Verschlämmen d. Eier 271, Produktionspl. d. Nahr. 270.
Verunreinigung d. Gew. 15, 66, 165, 241, 243—246, Bialka 100—104, s. a. Selbstreinigung.
Verwitterung d. Gesteine 26.
Vibrans-Calvörde 254, 294, 329.
Viehloser Betrieb i. d. Landw. 279, 333, 416.
Vignier 99.
Vogel, P., 43, 50, 51, 57, 65, 82, 99, 103, 127, 174, 175, 176, 188, 193, 248, 258, 273, 277, 279, 281, 334, 341, 353, 359, 360, 362, 364, 374, 376, 420, 463, 594, 608; -Berlin 173, 330.
Vogler 556.
Vogt 588.
Vogtherr 26.
Voit, v., 464.
Volk 149, 242.
Volkmann 104, 105.

Vorgestrecktsein d.Bes., Wichtigkeit 299.
Voßler 341, 597.

W.

Wagner-Darmstadt 38, 39, 48, 49, 52, 53, 152, 193, 201, 210, 219, 240, 251, 275, 312, 322, 344—347, 356, 368, 369, 371, 373, 398, 416, 426, 436, 487.
Wahnschaffe 397, 440.
Wald, Einfl. a. Vert. d. Niederschl. 14, 24, 90, Erhalt. d. Stickstoffk. i. 33; -streu, Wichtigkeit 33, 244, 303, 317, 323.
Walentowicz 101, 102, 247.
Walter, 4, 44, 46, 47 [1], 51, 57, 92, 124, 151, 173, 189 [41], 207, 208, 209 [47—50], 239, 257, 258, 260, 261, 273, 281, 286, 291, 329, 348, 349, 350, 352, 353, 364, 378, 388, 389, 391, 420, 449, 450, 451, 452, 463, 472, 475 [107, 108], 479, 480, 481, 484, 488 [126], 521 [133], 530, 531, 535, 555 [145—153], 562, 565, 577, 582, 586, 591, 492, 493, 494, 495, 596 [158], 598, 601 [159], 602, 608.
Walther 609.
Wanderung, permanente der Brut 327, 328.
Warmbold 69, 81, 153, 165, 173, 178, 179, 274, 329, 343, 390, 636, 637, 638.
Warrington 310, 372.
Wasser: Wie kommt es z. d. Beimeng.? 25, 239, Verbreit. v. Bakt. d. 36, Dichte u. Vol. 104, 105, Steighöh. d. Bodenw. 28, 29, trüb. f. Zander 239, 270, 271, frisch., Wert 328; -verh. i. Moor 375, Heide 376; -verdunstung 382, 383; -volum., Einfl. a. Wachst. d. Tiere 608, Zusammensetz. 24, 25, 27, 28, 30, 31, 34, 35, 125, 246, 247, 271, 275, 282, 290, 292, 305, 307, 313, 380, 381, 390, 392, d. W. d. Bialka 101, 104, d. Nil 64, 65, Oder 78, 79, bed. Produktiv. 469, Bestimmung i. Bod. 406, 407, Appar. z. Entnahm. v. Prob. 602, 603 [160—163], 630, 431, Unters. a. Ammoniak, qual. 108, quant. 169, 170, Chlor, qual. 213, quant. 214, Eisen 221—224, Eiweißverb. 264, Gerbsäure 259, Härte 179, 182, Humussäuren 255, 256, Kalk, qual. 179, quant. 179—186, Kali, qual. 216, 217. quant, 219 bis 221, Kieselsäure 228, Kohlensäure, freie 116—119, u. halb gebund. 119—122, Magnesia, qual. 179, mit Kalk zus. 179—182, allein 186—188, Methan 113—115, Natrium 221, organ. Substanz, qual. 231, quant. 231—234, leicht zers. 234—238, Pepton 261, 262, Phosphorsäure, qual. 195, quant. 195—203, Quarzkörner 269, Reaktion 106, Salpetersäure, qual. 157, quant. 160, 161, salpetrige Säure, qual. 157, quant. 158—160, Sauerstoff m. Tenax 128—143, n. Winkler 143—147, Hofer 147, Schwefelwasserst. 111, Stärke, Zucker, qual. 264, quant. 265, 266, Stickstoff 171, 172, Wolle, Zellulose 267. — Ermittel. d. Düngebed. n. Zuntz 262—290; -blütenalgen 10, 61, a. Nahr. d. Höh. 465; -löslichkeit d. Substrate 40, 42, 49, 172, 173, 281, 350, 361, Veränd. d. Trockn. 351; -pest 211 u. Krebspest 620, als Desinfektionsm. 213; -pflanzen, Proben. 490—495, Wucherbed. 490; -ruhe 56, 57, 277; -vögel 49, 50, 209, 244, 250, 279, 293, 309, 324, 495, Fütterung 352, 495.
Wassermann 610, 612, 635.
Weber, E.Heinr., 521, 556; -Bremen 81, 89, 248, 251, 311, 358, 371, 484, 607, 609.
Weddige 463.
Weeger 99, 208, 212, 279, 286, 472.

Wehmer 26, 641.
Weidegang 50, 244, 293, 307, 320, 324, 326, 419, 493, 575.
Weigelt 112, 114, 263, 484.
Wein 407.
Weinrowski 37, 148, 165.
Weiske 56, 321.
Weißbein 516.
Weißmann 4, 43, 208, 469.
Weith 123, 188, 432, 560.
Welitschkowski 394, 405.
Wellen, Tätigkeit 304, 358.
Werkmeister 359.
Wernecke 286, 289, 297, 299, 337, 360, 372, 478, 578—580, 618.
Werner 321, 349, 416.
Westphal 501 [117].
Wiesner 634.
Willcocks 62.
Willfahrt 152, 177, 219, 388, 487.
Williams 398.
Windisch 438, 527.
Windschutz 57.
Winkler 142—147, 155, 287.
Winogradski 27, 39, 60, 61, 113, 153, 224, 227, 238, 636.
Winterschlaf 58, 481, 618, d. Fische 480, 481, 618, sistiert Fermentprod. 618.
Woelfer 556.
Wolfbauer 25.
Wolff, E. v., 11, 25, 66, 85, 153, 194, 255, 292, 294, 381, 382, 415, 418, 436, 441, 445, 462, 495, 519, 545.
Wohltmann 44, 357, 556.
Wollny 3, 7, 23, 24, 29, 32, 33, 36, 37, 39, 40, 45, 46, 48, 61, 69, 71, 92, 150, 165, 167, 193, 293, 296, 298, 309, 310, 321, 324, 325, 327, 337, 341, 343, 348, 351, 358, 372, 375, 394, 398, 405, 616.
Wroblewski 529.
Würmer, Ant. a. Selbstr. d. Wass. 72, 296, i. Schlamm 296, 388, Minierarb. 434.
Wuhnen 111, 617.
Wurzelrückstände d. Feldfrüchte, Düngerw. 321; -sekrete d. Pflanz., Lös. v. Gestein. 26.
Wyß 110, 355, 614.

Z.

Zacharias 43, 53, 57, 83, 151, 207, 251, 319, 387, 390, 449, 450, 465, 468, 491, 506, 555, 569, 582, 590, 600, 604.
Zander 43, 475 [109—111].
Zehmen, v., 41, 209, 273, 289, 351.
Zelle, pflanzl. a. Sauerstoffprod. 151.
Zellulosepartikelchen, Nachw. i. Wass. 267.
Zersetzlichkeit d. org. Subst., Best. ders. 235—238, Zersetz. i. Bod. 325, 357.
Zimmer 593.
Zitronensäure, Prod. d. Schimmelpilze 26, 355.
Zopf 620, 621.
Zuchtwahl, natürl. i. Gew. 459, 565.
Zuntz 2, 5, 44, 52, 69, 71, 72, 82, 91, 95, 98, 99, 123, 124, 126, 127, 130 [19], 131, 135 [22], 149, 185, 235, 243, 250, 272, 276, 278, 279, 280, 284, 285, 289, 299, 304, 314, 353, 354, 357, 378, 382, 383, 389, 391, 393, 405, 415, 420, 459, 463, 464 [106], 473, 479, 480, 517, 521, 525, 527, 535, 537, 541, 552, 553, 554 [144], 555, 579, 582, 590, 595, 611, 613, 618.
Zuschwemmungen 166, 167, 270, 271, 303, 383, 391, 392, 492, Nachweis ders. 589, unterbr. Laichg. 509.

Druck: J. Neumann, Neudamm.

Verlag von J. Neumann, Neudamm.

Von dem Verfasser vorliegenden Buches ist ferner erschienen:

Die Karpfenzucht.

Anleitung zum praktischen Betriebe unter Berücksichtigung der neuesten wissenschaftlichen Erfahrungen.

Unter Mitwirkung der Herren Privatdozent **Dr. C. Apstein**-Kiel, Geheimsekretär **Berthelmann**-Pless, **Fr. Borcherding**-Vegesack, **Dr. W. Cronheim**-Berlin, **H. v. Debschitz**-Berneuchen, Rittergutsbesitzer **Ebert**-Quolsdorf, Amtsrat **Ehlermann**-Luhne, Wanderlehrer **Giesecke**-Hannover, Landes-Ökonomierat **Heumann**-Oldenburg, Freiherr **v. Hodenberg**-Frelsdorfermühlen, **A. Hübner**-Frankfurt a. O., Rittergutsbesitzer **S. Jaffé**-Sandfort, Dozent **Dr. Klimmer**-Dresden, **Dr. W. Knörrich**-Berlin, Privatdozent **Dr. R. Kolkwitz**-Berlin, **E. Lemmermann**-Bremen, Privatdozent **Dr. Less**-Berlin, Grossfischer **E. Mahnkopf**-Spandau, **Dr. M. Marsson**-Berlin, Geh. Regierungsrat Prof. **Dr. A. Orth**-Berlin, Landesforstrat **Quaet-Faslem**-Hannover, Rittergutsbesitzer **v. Schrader**-Sunder, Teichverwalter **R. Sperling**-Radziunz, Prof. **Dr. Br. Tacke**-Bremen, **Dr. W. Völtz**-Berlin, **Dr. E. Walter**-Lankwitz, **Dr. C. A. Weber**-Bremen, **Dr. F. Weinschenk**-Guhrau, Prof. **Dr. N. Zuntz**-Berlin u. a. zusammengestellt und herausgegeben von

Karl Knauthe.

Mit 53 Abbildungen im Texte.

Preis fein geheftet **7 Mk.**, fein gebunden **8 Mk.**

Alles, was Wissenschaft und Praxis auf dem Gebiete der Karpfenzucht geleistet hat, ist in diesem Buche vereinigt. Besonders ist auf Lehren über Teichdüngung und Fütterung Gewicht gelegt, mit deren richtiger Anwendung heute die Rentabilität der Teichwirtschaft steht und fällt.

Wer sich auf dem Gebiete des Fischereiwesens überhaupt Belehrung suchen will, dem sei zur Anschaffung empfohlen:

Die Fischerei als Nebenbetrieb des Landwirtes und Forstmannes.

Ausführliche Anweisung zum Fischerei-Betrieb in kleineren und grösseren, stehenden und fliessenden Gewässern jeder Art, vornehmlich in Seen, Bächen, Karpfen- und Forellenteichen.

Von **Dr. Emil Walter.** ∗ Mit 316 Abbildungen.

Preis fein geheftet **14 Mk.**, hochelegant gebunden **16 Mk.**

Dieses vorzügliche, hervorragend illustrierte Werk ist die vollkommenste aller existierenden Belehrungen über Fischerei und Fischzucht, besonders verfasst für die Hand dessen, der sich in den Fischereibetrieb einleben und aus demselben Nutzen ziehen will. Behandelt sind die in Betracht kommenden Fische selbst und ihre Nutzbarkeit, die Teichwirtschaft, die wilde Fischerei und in besonders breitem Rahmen der so wichtige Fischfang und die Abfischung; ferner sind Ratschläge für eine intensive Fischereiwirtschaft gegeben. Auch Lehren über die Aufbewahrung, die Überwinterung, den Versand und die Verwertung der Fische fehlen nicht. Den Schluss bildet eine Anleitung zur Vertilgung von Fischfeinden, Massregeln zu Schutz und Hebung der Fischerei u. a. m.

Alle Buchhandlungen nehmen Bestellungen entgegen.

Verlag von J. Neumann, Neudamm.

Von Dr. Emil Walter, dem Redakteur der „Neudammer Fischerei-Zeitung“ sind ferner erschienen:

Die Kleinteichwirtschaft. Kurze Anweisung zur Aufzucht von Karpfen, Forellen, Schleien, Karauschen, Raubfischen und Krebsen in kleinen Teichen, Tümpeln, Seen und anderen Wasseransammlungen. Herausgegeben im Auftrage des „Fischerei-Vereins für die Provinz Brandenburg“ von **Dr. Emil Walter.** Mit 24 Abbildungen im Texte. Preis gebunden **1 Mk. 20 Pf.,** in Partien billiger.

Zur Förderung der Kleinteichwirtschaft. Bericht über die im Jahre 1903 durch den „Mecklenburgischen Fischerei-Verein“ veranstaltete Besetzung von 119 Kleinteichen mit schnellwüchsigen zweisömmerigen Karpfen. Im Auftrage des „Mecklenburgischen Fischerei-Vereins“ erstattet von **Dr. Emil Walter,** Sieversdorf bei Dahmsdorf-Müncheberg. Mit einer Einleitung vom Vereinsvorsitzenden. Preis geheftet **1 Mk. 20 Pf.** In Partien billiger.

Die Karpfennutzung in kleinen Teichen. Kurze Anleitung zur Ausnützung kleiner Dorf-, Haus-, Feld- und Waldteiche durch regelmässige Besetzung mit schnellwüchsigen Karpfen. **Zweite,** vermehrte und verbesserte Auflage von „Die Bewirtschaftung und Ausnützung der kleinen Dorf- und Hausteiche durch Besetzung mit schnellwüchsigen Karpfen“. Verfasst im Auftrage des Sonderausschusses für Teichwirtschaft des „Deutschen Fischerei-Vereins“ von **Dr. Emil Walter.** Mit 30 Abbildungen. Preis gebunden **1 Mk. 60 Pf.**

Die Schleienzucht. Anleitung zur Zucht und Pflege der Schleie in Teichen, Tümpeln und Seen. Unter Mitwirkung hervorragender Schleienzüchter. Herausgegeben von **Dr. Emil Walter.** Mit 18 Abbildungen im Texte. Preis gebunden **2 Mk.**

Die Brutschädlinge der Fische und die Mittel zu ihrer Vernichtung. Von **Dr. Emil Walter.** Mit 16 Abbildungen im Texte. Preis kartoniert **1 Mk.**

Kleinere Schriften des berühmten märkischen Fischzüchters
Max von dem Borne-Berneuchen.

Kurze Anleitung zur Fischzucht in Teichen. Von **Max von dem Borne-Berneuchen. Vierte,** vermehrte und verbesserte Auflage mit 53 Abbildungen im Texte und einer genauen Übersicht der Berneuchener Teichanlagen. Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von **Hans von Debschitz.** Preis gebunden **2 Mk.**

Das Wasser für Fischerei und Fischzucht. Von **Max von dem Borne-Berneuchen.** Mit 4 Abbildungen. Preis geheftet **1 Mk.**

Der amerikanische Calico-Barsch (Silber-Barsch) in Europa. Von **Max von dem Borne-Berneuchen. Zweite** Auflage herausgegeben von Hans von Debschitz. Mit Abbildung. Preis geheftet **50 Pf.**

Der amerikanische Hundsfisch (Dogfish) in Deutschland. Von **Max von dem Borne-Berneuchen.** Mit Abbildung. Preis geheftet **30 Pf.**

Alle Buchhandlungen nehmen Bestellungen entgegen.

Verlag von J. Neumann, Neudamm.

Sechs amerikanische Salmoniden in Europa. Von **Max von dem Borne-Berneuchen.** Mit 2 Abbildungen. Preis geheftet **75 Pf.**

Der Schwarzbarsch und der Forellenbarsch (Black Bass), zwei amerikanische Fische in Deutschland. Von **Max von dem Borne-Berneuchen. Zweite** Auflage. Mit 6 Abbildungen. Preis geheftet **1 Mk.**

Die amerikanischen Sonnenfische (Sunfish), Calicobarsch, Steinbarsch, Sonnenfisch, Mondfisch, in Deutschland. Von **Max von dem Borne-Berneuchen.** Mit 4 Abbildungen. Preis geheftet **40 Pf.**

Der amerikanische Steinbarsch (Rock Bass) in Deutschland. Von **Max von dem Borne-Berneuchen.** Mit Abbildung. Preis geheftet **30 Pf.**

Der amerikanische Zwergwels (Small-Cat-Fish) und der Fleckenwels (Spotted-Cat-Fish) in Deutschland. Von **Max von dem Borne-Berneuchen. Zweite** Auflage. Mit Abbildung. Preis geheftet **30 Pf.**

Für den Belehrung suchenden Fischzüchter dürften sich ferner nachstehende Werke von grösstem Werte erweisen:

Die künstliche Zucht der Forelle. Von Fischmeister **Bruno Diessner. Zweite,** sehr vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 108 Abbildungen. Preis fein geheftet **4 Mk.,** fein gebunden **5 Mk.**

Der Karpfen. Geschichte, Naturgeschichte und wirtschaftliche Bedeutung unseres wichtigsten Zuchtfisches von **E. Leonhardt.** Preis gebunden **2 Mk.**

Die Bastarde der deutschen karpfenähnlichen Fische. Von **E. Leonhardt.** Preis gebunden **1 Mk. 60 Pf.**

Der Lachs. Versuch einer Biologie unseres wertvollsten Salmoniden. Von **E. Leonhardt.** Preis gebunden **1 Mk. 60 Pf.**

Das Jahr des Teichwirtes und Fischzüchters. Ein Wegweiser für den Arbeitsgang bei der Bewirtschaftung ablassbarer Gewässer. Zusammengestellt nach den Monaten des Jahres von **Hans von Debschitz,** Fischereidirektor. Preis kartoniert **1 Mk. 20 Pf.**

Der Krebs, seine Pflege und sein Fang. Von Regierungsrat **Dr. W. Dröscher**-Schwerin i. M. **Zweite,** umgearbeitete Auflage. Mit 15 Abbildungen. Preis gebunden **2 Mk. 40 Pf.**

Die Besetzung des Saaler Boddens und der Unterwarnow mit Karpfen. Bericht im Auftrage des „Mecklenburgischen Fischerei-Vereins“ erstattet von Regierungsrat **Dr. W. Dröscher**-Schwerin i. M. Preis **60 Pf.**

Die Kultur der Korbweide, der tatsächlich aus derselben zu erzielende Ertrag und ihr Wert für den Landwirt und Forstmann. Von **Wilhelm Hemmerling.** Mit 6 Tafeln in Dreifarbendruck und 30 Abbildungen. Preis gebunden **3 Mk. 60 Pf.**

Sämtliche in diesem Inseratenanhange genannten Werke sind zu beziehen gegen Einsendung des Betrages franko, unter Nachnahme mit Portozuschlag.

J. Neumann, Neudamm.

Alle Buchhandlungen nehmen Bestellungen entgegen.

Verlag von J. Neumann, Neudamm.

Jeder, der aus **Fischerei, Fischzucht** und **Teichwirtschaft** Nutzen ziehen will, abonniere sich auf die

Fischerei-Zeitung.

Wochenschrift

für die Interessen der gesamten deutschen Fischerei, Fischzucht und Teichwirtschaft, des Fischhandels, der Fischverwertung, Sportfischerei, Zierfischzucht und Aquarienkunde.

Organ des „Vereins deutscher Teichwirte".

Erscheint wöchentlich Sonnabends.

Herausgegeben unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner der Theorie und Praxis von **Dr. E. Walter**, Saalfeld a. Saale und Regierungsrat **Dr. Wilh. Dröscher**, Schwerin i. M.

Die „Fischerei-Zeitung" will lediglich der Praxis dienen; sie ist also bestimmt **für die Hand des Fischzüchters und Teichwirtes, des praktischen Fischers und den mit dem Fischereibetriebe verbundenen Handel.** Vor allem aber finden auch der **Landwirt** und **Forstmann,** welche Fischerei als Nebengewerbe zu betreiben beabsichtigen, durch das vorzügliche Fachblatt Anleitung, aus diesem ihnen ferner liegenden, **aber heute mehr denn je lukrativen Betriebe** den grösstmöglichen Nutzen zu ziehen.

Namentlich hat sich die **„Fischerei-Zeitung"** aber die Aufgabe gestellt, alle für die **Teichwirtschaft wichtigen Erfahrungen der Praxis und Wissenschaft** schnellstens mitzuteilen und zu beleuchten. Ständige Aufmerksamkeit wird dabei den **wertvollen Nebenfischen,** den **Düngungs- und Fütterungsversuchen** und neuen, für die Fischzucht **wichtigen Einführungen** und **Entdeckungen** geschenkt. Alle den **Absatz und die Preissteigerung** betreffenden Bestrebungen finden Unterstützung und kritische Würdigung. Ferner will die **„Fischerei-Zeitung"** auch **für die Interessen des gesamten Fischereigewerbes** überall nachdrücklich eintreten. Sie will die Ansichten und Meinungen über Mittel und Wege, welche zu ergreifen sind, um Verbesserungen herbeizuführen, sowie Schäden zu heilen und zu verhüten, abklären. Alle deutschen Fischerei-Interessenten, **besonders der Teichwirt und Berufsfischer,** finden demgemäss in der **„Fischerei-Zeitung" ein Zentralorgan für alle Fragen ihrer Lebensexistenz.**

Jeder Interessent, namentlich jedoch der **Fischzüchter** und **Teichwirt,** der **Berufsfischer,** sowie der **Fischhändler,** sei hierdurch nachdrücklichst eingeladen, auf das **vorzügliche Fachblatt,** welches sich in der gesamten deutschen fischereilichen Welt **grössten Ansehens** erfreut und sich einen **wohlbegründeten Ruf** erworben hat, den zu vergrössern es dauernd bestrebt ist, zu abonnieren.

Die „Fischerei-Zeitung" ist zu beziehen für den Abonnementspreis von **2 Mk. pro Quartal** durch alle Kaiserl. Postanstalten (eingetragen auf **Seite 123** der Postzeitungspreisliste für 1907), sowie durch jede Buchhandlung, ferner auch von der Verlagsbuchhandlung direkt unter Streifband franko für das Inland mit **2 Mk. 50 Pf.,** für das Ausland mit **3 Mk.** pro Vierteljahr.

Probenummern der „Fischerei-Zeitung" werden jedem Interessenten umsonst und postfrei geliefert.

J. Neumann, Neudamm.

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU

Biol.
K.
183769
Author Knauthe, Karl
Title Das Süszwasser.
DATE. NAME OF BORROWER.